



INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE EGAS MONIZ

MESTRADO EM NUTRIÇÃO CLÍNICA

EFEITO DA INGESTÃO DE UM SUMO DE TOMATE NA FREQUÊNCIA CARDÍACA DE REPOUSO, PRESSÃO ARTERIAL DE REPOUSO E GRAU DE PERCEÇÃO DA RECUPERAÇÃO EM ATLETAS DE NATAÇÃO DE COMPETIÇÃO

Trabalho submetido por
Filipa de Jesus Baptista Marques
para a obtenção do grau de Mestre em Nutrição Clínica

junho de 2017



INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE EGAS MONIZ

MESTRADO EM NUTRIÇÃO CLÍNICA

EFEITO DA INGESTÃO DE UM SUMO DE TOMATE NA FREQUÊNCIA CARDÍACA DE REPOUSO, PRESSÃO ARTERIAL DE REPOUSO E GRAU DE PERCEÇÃO DA RECUPERAÇÃO EM ATLETAS DE NATAÇÃO DE COMPETIÇÃO

Trabalho submetido por
Filipa de Jesus Baptista Marques
para a obtenção do grau de Mestre em Nutrição Clínica

Trabalho orientado por
Professor Doutor José Américo Almeida de Brito

e coorientado por
Professora Doutora Catarina Afonso Godinho

junho de 2017

AGRADECIMENTOS

Dedico este espaço àqueles que, de uma forma direta e/ou indireta, deram a sua contribuição para que esta investigação fosse exequível. A todos deixo aqui o meu mais profundo agradecimento.

Ao meu orientador, Professor Doutor José Brito, um agradecimento especial pelo rigor e competência científica, pela disponibilidade demonstrada, pela ajuda crucial na análise estatística, bem como pelas correções e sugestões muito relevantes que levaram à concretização desta tese.

À minha coorientadora, Professora Doutora Catarina Godinho, pela disponibilidade sempre manifestada a qualquer altura, pela atenção e apoio demonstrado, tal como, pelas correções e sugestões ímpares. O seu conhecimento e enorme qualidade humana foram uma inspiração.

À Professora Doutora Alexandra Bernardo que me acompanhou e ajudou a nível laboratorial, de forma excepcional, bem como por todo o apoio expresso durante a escrita.

Ao Professor Doutor António Rosado, da FMH, que me auxiliou a nível do questionário utilizado, disponibilizando-se para ajudar a nível da sua compreensão e aplicação.

A todos os atletas do Sporting Clube de Portugal, tal como aos treinadores e órgãos técnicos envolvidos, pela disponibilidade de realizar o estudo nas suas instalações e por se terem voluntariado a participar neste estudo, um sincero obrigada!

À Compal pelo patrocínio e disponibilização de paletes de sumo de tomate (*Compal Veggie Tomate*) para a realização do estudo.

Gostaria de agradecer em especial à Sofia, Marta, Maria, João, Patrícia, Marília, Susana, Mafalda, às Carolinas, às Margaridas, ao Diogo, ao Martim, à Inês, à Filipa e aos meus afilhados Pedro P., Pedro N., Rui e Mariana, por estarem sempre ao meu lado ao longo desta jornada e me motivarem a dar sempre o meu melhor a cada dia. Um marcante agradecimento aos meus colegas e amigos de Mestrado, Rita M. e Gustavo, pelo incessante apoio e motivação demonstrado, e à Joana e Rita S. pela disponibilidade de ajuda!

Gostaria de agradecer também aos amigos do meu grupo de voluntariado, GASTagus, e às minhas parceiras e amigas da Natação Sincronizada, em especial à Susana, à Ana e à Madalena.

Por último, o meu maior agradecimento vai, sem dúvida, para a minha mãe que me inspira, dá o maior apoio e é o meu maior exemplo e pilar todos, todos os dias; e de seguida, para os meus irmãos, por todo o apoio, motivação e companheirismo demonstrados. Por tudo isto e mais alguma coisa, não só durante o meu percurso académico mas durante toda a vida! Agradeço a vossa compreensão, carinho e amor. Sem vocês nada disto seria possível nem eu era quem sou hoje!

A todos os meus amigos pelo apoio, confiança e incentivo incondicional!

“Bom mesmo é ir à luta com determinação, abraçar a vida com paixão, perder com classe e vencer com ousadia, porque o mundo pertence a quem se atreve, e a vida é muito para ser insignificante”

(Augusto Branco, no livro: “VIDA”: Já perdoei erros quase imperdoáveis”).

RESUMO

Introdução: A recuperação desportiva é um dos processos essenciais na manutenção da performance de um atleta de competição, surgindo cada vez mais alternativas que complementam as suas necessidades nutricionais. O aumento dos antioxidantes na dieta, que protegem as moléculas dos danos causados pelo stress oxidativo decorrente do exercício intenso, é uma dessas alternativas. Recentemente, o sumo de tomate, rico em antioxidantes, tem vindo a ser estudado como potenciador do processo de recuperação desportiva.

Objetivos: O objetivo deste estudo consistiu em investigar o efeito da ingestão de um sumo de tomate na frequência cardíaca de repouso, pressão arterial de repouso e grau de perceção da recuperação em atletas de natação de competição durante 2 meses.

Materiais e Métodos: Inicialmente analisou-se o sumo de tomate em laboratório, em termos de capacidade antioxidante e teor em fenóis totais. O estudo realizou-se após recrutamento de atletas de natação de competição, sendo a amostra de conveniência dividida em dois grupos: Grupo Controlo (GC) e Grupo de Intervenção (GI). O GI ingeriu diariamente 150 ml de sumo de tomate enquanto o GC serviu apenas de grupo comparação. Foram realizadas avaliações de parâmetros fisiológicos, através de medidas cardiovasculares; e psicométrico, pela realização do questionário RESTQP-Sport, em T0, T1 e T2.

Resultados: Os resultados comprovaram a elevada capacidade antioxidante e teor em fenóis totais do sumo de tomate. A nível de intervenção, com uma amostra de 19 atletas (GC, n=5; GI, n=14) do Sporting Clube de Portugal, os resultados sugerem uma diferença significativa na frequência cardíaca de repouso ($p=0,015$) e pressão arterial diastólica de repouso ($p=0,021$), ao longo do tempo. Não foram verificados mais nenhuns efeitos nos restantes parâmetros em estudo nem nenhuma interação entre as variáveis.

Conclusões: Conclui-se que o tamanho da amostra pode ter comprometido a potência dos resultados e a sua generalização. Consequentemente, os resultados obtidos não podem ser extrapolados para a população-alvo. São assim necessários mais estudos que comprovem os efeitos benéficos do sumo de tomate em atletas de natação de competição.

Palavras-chave: atletas de competição, recuperação desportiva, antioxidantes, sumo de tomate.

ABSTRACT

Background: Sports recovery is an essential process in maintaining of athlete performance, and there are more and more alternatives that complement their nutritional needs. The increase of antioxidants in diet, which protect molecules from damage of oxidative stress due to intense exercise, is one of these alternatives. Nowadays, tomato juice, which is rich in antioxidants, is studied as an enabler of the recovery process at sports level.

Aims: The aim of this work was to investigate the effect of the intake of a tomato juice on the resting heart rate, resting blood pressure and perception level of recovery in elite swimmers over 2 months.

Materials and Methods: Initially, the tomato juice was analyzed in laboratory, in terms of antioxidant capacity and total phenol content. This study was conducted after the recruitment of elite swimmers and the convenience sample was divided into two groups: control group (CG) and experimental group (EG). EG ingested 150 mL of the tomato juice on a daily basis after training, while CG only served as comparison group. Both physiologic and psychometric parameters were evaluated: the first ones through cardiovascular measurements while the others by the questionnaire RESTQP-Sport, in T0, T1 and T2.

Results: The results show the high antioxidant capacity and high total phenol content of the tomato juice. At intervention level, with a sample of 19 athletes (CG, n=5 and EG, n=14) of *Sporting Clube de Portugal*, the results suggest a significant difference on the resting heart rate ($p=0.015$) and diastolic resting blood pressure ($p=0.021$) over the time. Neither other effects in the remaining evaluated parameters nor any variable interaction were verified.

Conclusions: It can be concluded that the sample size may have compromised the observed statistical power of the results and its generalization. Consequently, the obtained results cannot be extrapolated for the target population. Hereafter, will be required more similar studies in order to confirm the beneficial effects of a tomato juice intake in elite swimmers.

Key-words: elite athletes, sports recovery, antioxidants, tomato juice.

ÍNDICE GERAL

ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
ÍNDICE DE TABELAS.....	9
LISTA DE ABREVIATURAS.....	11
GLOSSÁRIO.....	15
I – INTRODUÇÃO.....	17
1 EXERCÍCIO DE COMPETIÇÃO E STRESS OXIDATIVO.....	17
1.1 Importância das bebidas desportivas.....	17
1.2 Exercício físico de competição.....	17
1.3 Stress oxidativo.....	18
1.4 Radicais livres.....	20
1.5 Exercício físico e alterações a nível cardiovascular.....	22
2 RECUPERAÇÃO PÓS-EXERCÍCIO.....	24
2.1 Antioxidantes no stress oxidativo.....	25
2.2 Recuperação pós-exercício dos parâmetros cardiovasculares.....	28
2.3 Perceção da recuperação - Parâmetro psicométrico RESTQ-Sport.....	29
3 TOMATE: ALIMENTO RICO EM ANTIOXIDANTES.....	32
3.1 Composição do tomate.....	32
3.2 Propriedades antioxidantes do tomate.....	32
3.3 Licopeno: potente antioxidante.....	33
3.4 Sumo de Tomate: Estudos relevantes.....	35
II - OBJETIVOS DO ESTUDO.....	39
1. Objetivos gerais.....	39
2. Objetivos específicos.....	39
III - MATERIAIS E MÉTODOS.....	41
Considerações éticas.....	41
Revisão da literatura.....	41
A. Caracterização do alimento (Sumo de Tomate) em estudo.....	42
1. Análise química.....	42
1.1 Reagentes e soluções.....	42
1.2 Equipamentos.....	42
1.3 Métodos.....	42

B. Estudo de intervenção.....	46
1. Desenho do estudo.....	46
2. Meio, População/amostra e variáveis em estudo.....	46
2.1. Constituição da amostra.....	47
2.2 Variáveis.....	48
3. Procedimento para a recolha de dados.....	48
4. Instrumentos de recolha de dados.....	51
4.1 Parâmetros antropométricos.....	51
4.2 Questionário RESTQP-Sport e Diário alimentar semanal.....	51
4.3 Frequência cardíaca de repouso e Pressão arterial de repouso.....	53
5. Análise estatística.....	54
IV – RESULTADOS.....	55
A. Caracterização do alimento em estudo.....	55
1. Análise química.....	55
1.1 Determinação do teor em fenóis totais.....	55
1.2 Determinação da atividade antioxidante.....	55
B. Estudo de Intervenção.....	56
1. Caracterização da amostra.....	56
2. Caracterização de parâmetros antropométricos.....	57
3. Caracterização de rotina alimentar antioxidante.....	58
4. Caracterização de suplementação desportiva e/ou alimentar.....	60
5. Níveis de Frequência Cardíaca (FC) de repouso.....	62
6. Níveis de Pressão arterial (PA) de repouso.....	64
7. Grau de Perceção da Recuperação - Questionário RESTQP-Sport.....	68
V – DISCUSSÃO.....	77
VI - CONCLUSÕES.....	85
VII – BIBLIOGRAFIA.....	87
VIII - ANEXOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estudos realizados sobre os efeitos do sumo de tomate em indivíduos atletas e não atletas.....	36
Figura 2: Organograma da análise química.....	43
Figura 3: Organograma da ensaio experimental.....	50
Figura 4: Distribuição da amostra por género.....	56
Figura 5: Distribuição da amostra por idade (anos).....	57
Figura 6: Percentagem de atletas que consumiram tomate ou derivados de tomate por semana, em média.....	58
Figura 7: Percentagem de dias por semana de consumo de tomate ou derivados de tomate.....	59
Figura 8: Percentagem dos tipos de produtos de tomate consumidos por semana pelos atletas.....	59
Figura 9: Gráfico circular representativo da percentagem de atletas suplementados e não suplementados durante o estudo.....	60
Figura 10: Resultados do tipo de suplementação desportiva e/ou alimentar existente no GC e no GI, apresentados na forma percentual.....	61
Figura 11: Gráfico da distribuição dos resultados da Frequência Cardíaca de repouso ao longo do tempo (T0, T1 e T2) nos dois grupos (GC=0 e GI=1).....	63
Figura 12: Gráfico da distribuição dos resultados da Pressão Arterial diastólica de repouso ao longo do tempo (T0, T1 e T2) nos dois grupos (GC=0 e GI=1).....	65
Figura 13: Gráfico da distribuição dos resultados da Pressão Arterial sistólica de repouso ao longo do tempo (T0, T1 e T2) nos dois grupos (GC=0 e GI=1).....	67
Figura 14: Gráfico da distribuição dos resultados da Q4 do <i>RESTQP-Sport</i> ao longo do tempo (T0, T1 e T2) nos dois grupos (GC=0 e GI=1).....	70
Figura 15: Gráfico da distribuição dos resultados da Q16 do <i>RESTQP-Sport</i> ao longo do tempo (T0, T1 e T2) nos dois grupos (GC=0 e GI=1).....	72
Figura 16: Gráfico da distribuição dos resultados da Q17 do <i>RESTQP-Sport</i> ao longo do tempo (T0, T1 e T2) nos dois grupos (GC=0 e GI=1).....	74
Figura 17: Gráfico da distribuição dos resultados da Q19 do <i>RESTQP-Sport</i> ao longo do tempo (T0, T1 e T2) nos dois grupos (GC=0 e GI=1).....	76

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Conteúdo de fenóis totais, em mg/L equivalente de ácido gálico (EAG), na fração hidrofílica e na fração lipofílica de uma amostra de sumo de tomate comercial.....	55
Tabela 2: Atividade antioxidante das frações hidro e lipofílicas do sumo de tomate comercial caracterizadas através do teste <i>FRAP</i> e expressas em µg ET/L equivalente de trolox (ET).....	55
Tabela 3: Atividade antioxidante das frações hidro e lipofílicas do sumo de tomate comercial caracterizadas através do teste <i>DPPH</i> e expressas em µg ET/L equivalente de trolox (ET).....	55
Tabela 4: Distribuição da idade (anos) da amostra, e entre os Grupos: Grupo Controlo e Grupo de Intervenção.....	56
Tabela 5: Parâmetros antropométricos.....	57
Tabela 6: Frequência Absoluta e Frequência Relativa de atletas suplementados e não suplementados do grupo Controlo (N=5).....	60
Tabela 7: Frequência absoluta e Frequência Relativa de atletas suplementados e não suplementados do Grupo de Intervenção (N=14).....	60
Tabela 8: Valores médios da Frequência Cardíaca de repouso em T0, T1 e T2.....	62
Tabela 9: Resultados da a ANOVA de medições repetidas do tipo misto para verificar a diferença ao longo do tempo e entre os grupos ao longo do tempo.....	62
Tabela 10: Resultados da ANOVA de medições repetidas do tipo misto para verificar a diferença entre grupos.....	62
Tabela 11: Valores médios da Pressão Arterial diastólica de repouso em T0, T1 e T2.....	64
Tabela 12: Resultados da ANOVA de medições repetidas do tipo misto para verificar a diferença ao longo do tempo e entre os grupos ao longo do tempo.....	64
Tabela 13: Resultados da ANOVA de medições repetidas do tipo misto para verificar a diferença entre grupos.....	64
Tabela 14: Valores médios da Pressão Arterial sistólica de repouso em T0, T1 e T2.....	66
Tabela 15: Resultados da ANOVA de medições repetidas do tipo misto para verificar	

a diferença ao longo do tempo e entre os grupos ao longo do tempo.....	66
Tabela 16: Resultados da ANOVA de medições repetidas do tipo misto para verificar a diferença entre grupos.....	66
Tabela 17: Valores médios das respostas da Q4 do <i>RESTQP-Sport</i> em T0, T1 e T2.....	68
Tabela 18: Resultados da ANOVA de medições repetidas do tipo misto para verificar a diferença ao longo do tempo e entre os grupos ao longo do tempo.....	69
Tabela 19: Resultados da ANOVA de medições repetidas do tipo misto, para verificar a diferença entre grupos.....	69
Tabela 20: Valores médios das respostas da Q16 do <i>RESTQP-Sport</i> em T0, T1 e T2.....	70
Tabela 21: Resultados da ANOVA de medições repetidas do tipo misto para verificar a diferença ao longo do tempo e entre os grupos ao longo do tempo.....	71
Tabela 22: Resultados da ANOVA de medições repetidas do tipo misto para verificar a diferença entre grupos.....	71
Tabela 23: Valores médios das respostas da Q17 do <i>RESTQP-Sport</i> em T0, T1 e T2.....	72
Tabela 24: Resultados da ANOVA de medições repetidas do tipo misto para verificar a diferença ao longo do tempo e entre os grupos ao longo do tempo.....	73
Tabela 25: Resultados da ANOVA de medições repetidas do tipo misto para verificar a diferença entre grupos.....	73
Tabela 26: Valores médios das respostas da Q19 do <i>RESTQP-Sport</i> em T0, T1 e T2.....	74
Tabela 27: Resultados da ANOVA de medições repetidas do tipo misto para verificar a diferença ao longo do tempo entre os grupos ao longo do tempo.....	75
Tabela 28: Resultados da ANOVA de medições repetidas do tipo misto para verificar a diferença entre grupos.....	75

LISTA DE ABREVIATURAS

AA's	Aminoácidos
AMP	Adenosina monofosfato
ANOVA	Análise de variância
antiOx	Antioxidantes
ATP	Adenosina Trifosfato
BCAA's	Aminoácidos de cadeia ramificada
bpm's	Batimentos por minuto
CAT	Catalase
CH₃OH	Metanol
CPK	Creatina fosfoquinase
DNA	Ácido Desoxirribonucleico
DP	Desvio-padrão
DPPH	2,2-difenil-1-picrilhidrazil
ERN	Espécies reativas de azoto
ERO	Espécies reativas de oxigénio
FC	Frequência Cardíaca
Fe²⁺	Íão férrico com número de oxidação de 2 ⁺
Fe³⁺	Íão férrico com número de oxidação de 3 ⁺
FRAP	Fluorescence recovery after photobleaching
GC	Grupo Controlo
GI	Grupo de Intervenção
GPx	Glutathione Peroxidase
GSH	Glutathione
H₂O₂	Peróxido de Hidrogénio
H₂O	Água
HCL	Ácido Clorídrico
HSPs	Proteínas de Choque Térmico
ID	Identidade
IL-1	Molécula proteica Interleucina 1
IL-1ra	Recetor antagonista da molécula proteica Interleucina 1
IL-6	Molécula proteica Interleucina 6

IL-10	Molécula proteica Interleucina 10
IMC	Índice de massa corporal
KMO	Keiser-Meyer-Olkin
LDH	Lactato desidrogenase
LDL	Lipoproteína de baixa densidade
MG	Massa gorda
MM	Massa magra
mmHg	Milímetro de mercúrio
Na₂CO₃	Sódio
NAD⁺	Coenzima Dinucleótido de Nicotinamida e Adenina
NADPH	Dinucleótido de Nicotinamida e Adenina Fosfato Oxidase
<i>Oxidase</i>	
NF-κB	Factor nuclear <i>kappa B</i>
NO[*]	Óxido Nítrico
NOS	Enzima Óxido Nítrico Síntetase
O₂	Oxigénio
O₂⁻	Radical Superóxido
OH⁻	Hidróxido
ONOO⁻	Peroxinitrito
PA	Pressão Arterial
pH	Potencial Hidrogeniónico
Q4	Questão número 4 do questionário RESTQP-Sport (domínio stress)
Q16	Questão número 16 do questionário RESTQP-Sport (domínio stress)
Q17	Questão número 17 do questionário RESTQP-Sport (domínio stress)
Q19	Questão número 19 do questionário RESTQP-Sport (domínio recuperação)
RCT	Randomized Controlled Trial
RESTQ-Sport:	Questionário de Stress e Recuperação para atletas
RESTQP-Sport:	Questionário de Stress e Recuperação para atletas, validado em Português de Portugal
RO⁻	Espécie reativa Alcoxil
ROO⁻	Espécie reativa Peroxil
SEM	Erro Padrão da Amostra

SOD	Superóxido Dismutase
SPSS	Statistical Package for Social Sciences
sTNF-r2	Recetor solúvel de TNF 2
T0	Tempo 0 (início do estudo)
T1	Tempo 1, após 4 semanas (meio do estudo, passado 1 mês)
T2	Tempo 2, após 8 semanas (fim do estudo, passado 2 meses)
TBARS	Substâncias reativas de ácido tiobarbitúrico
TNF-α	Fator de necrose tumoral alfa
TPTZ	2,4,6-Tripiridil-S-Triazina
Trolox	Ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcroman-2-carboxílico
VLDL	Lipoproteínas de muito baixa densidade
VO₂ máximo	Volume de oxigénio máximo
WHO	World Health Organization
XD	Xantina Desidrogenase
XO	Xantina Oxidase

GLOSSÁRIO

RCT	Tipo de experimentação científica cujo objetivo é reduzir os vieses quando se testa um novo tratamento.
Taper	O <i>Taper</i> consiste no período de tempo, em semanas, ao longo do qual se diminui de forma progressiva a carga e o volume de treino antes de uma competição, reduzindo o número de sessões de treino (Pyne, Mujika, & Reilly, 2009), de modo a otimizar o desempenho desportivo do atleta. É considerada uma etapa de preparação individual física e psicológica para competir ao mais alto nível possível (Sweetenham & Atkinson, 2003).
Trolox	Antioxidante, como a vitamina E, usado em aplicações biológicas e bioquímicas para reduzir o stress oxidativo.
TNF-α	Refere-se a um grupo de citocinas capaz de provocar a morte das células (apoptose) tumorais.
Valor p	Nível de significância de teste.
Stress	Numa perspectiva fisiológica, é a resposta geral do organismo perante qualquer estímulo que ameace o seu equilíbrio interno, resposta esta que passa sempre por reações e ativações fisiológicas (e.g., alterações hormonais). Segundo Selye, a resposta a todos os fatores de stress, independentemente da sua natureza, envolve três fases: a fase de alerta, a fase de resistência e a fase de exaustão (Selye, citado por Krohne, 2002).
Stress Oxidativo	É uma condição biológica em que a oxidação dos sistemas biológicos (provocada pelos radicais livres) excede a capacidade antioxidante do organismo capaz de a combater, levando a um desequilíbrio entre radicais livres e antioxidantes (a favor dos radicais livres) (Yoshikawa & Naito, 2002).

I – INTRODUÇÃO

1 EXERCÍCIO DE COMPETIÇÃO E STRESS OXIDATIVO

1.1 Importância das bebidas desportivas

Atualmente os atletas de competição, em atividades de longa duração, complementam as suas necessidades nutricionais, antes e/ou depois do exercício, com bebidas desportivas (Colakoglu et al., 2016). Estas bebidas têm como objetivo restaurar o normal funcionamento do organismo e evitar danos musculares, por restabelecimento de água (aumentando a sua absorção), eletrólitos e hidratos de carbono, ajudando a re-hidratar e a dar energia (Maughan & Murray, 2000). Esta hidratação é essencial uma vez que durante a atividade física existem perdas de líquidos e sais minerais essenciais (Colakoglu et al., 2016). Estas bebidas desportivas podem ser hipotónicas, isotónicas e hipertónicas, dependendo da sua rapidez de absorção em relação à água, e são benéficas na regulação da temperatura corporal. É relatado que défices nutricionais durante a atividade física prolongada podem limitar a capacidade de recuperação depois do exercício, daí que se torna muito importante realizar uma alimentação adequada, ou promover alternativas que restabeleçam a homeostasia do organismo (Maughan & Murray, 2000).

1.2 Exercício físico de competição

Apesar do exercício físico de intensidade moderada ser conhecido como benéfico para a saúde, o exercício intenso e prolongado origina um aumento do stress oxidativo celular que conduz a reações de inflamação e/ou a lesões musculares (Pingitore et al., 2015). A natação compreende a realização de exercício aeróbio e exercício anaeróbio. O exercício anaeróbio - caracterizado por exercícios mais extenuantes - utiliza o metabolismo anaeróbio, promovendo, pela intensa contração dos músculos, uma redução do lactato sanguíneo e muscular e um aumento do stress oxidativo das células, o que pode levar a uma situação de fadiga muscular pós-exercício (Bloomer & Goldfarb, 2004). Por outro lado, o exercício aeróbio pode gerar disfunção endotelial (alterações vasculares) pelo elevado consumo de oxigénio com consequente aumento da libertação de radicais livres. Estes radicais livres vão danificar os tecidos dos capilares sanguíneos e provocam uma diminuição de óxido nítrico, essencial no relaxamento do músculo liso (Sasaki & Santos, 2006). A natação, como exercício físico de competição, caracteristicamente, intenso e prolongado, é, deste modo, um

tipo de exercício que promove a produção de radicais livres originando stress oxidativo nas células (Teixeira, 2008). A natação pode englobar exercícios aeróbios e anaeróbios na mesma sessão de treino, o que pode levar a um aumento do consumo energético do tecido muscular (Amorim & Tirapegui, 2008), e por sua vez, à suscetibilidade para lesões, caso não exista uma recuperação adequada pós-treino.

1.3 Stress oxidativo

O stress oxidativo surge quando a produção celular de radicais livres excede a capacidade fisiológica capaz de os “remover” (Powers, Deruisseau, Quindry, & Hamilton, 2004) ou quando a atividade antioxidante do organismo se encontra reduzida. Este stress oxidativo ocorre porque o sistema imunológico é afetado, diminuindo a capacidade de resposta do organismo aos estímulos envolventes (Redza-Dutordoir & Averill-Bates, 2016). A suscetibilidade ao stress oxidativo pode variar consideravelmente de indivíduo para indivíduo, dependendo dos hábitos nutricionais, condição genética e estilo de vida (Sen, Packer, & Hänninen, 2000). O stress oxidativo pode aumentar por stress físico e fisiológico e é influenciado por características pessoais (idade e predisposição genética) e estímulos exógenos (infecção, toxinas, frio, exposição à radiação, poluentes aéreos, intoxicação por oxigénio, fumo, álcool, dieta e atividade física) (Finaud, Lac, & Filaire, 2006; Ji, 2007). Comprova-se, também, que a magnitude do stress oxidativo em resposta ao exercício intenso é influenciada pelo estado de treino dos indivíduos (Knez, Coombes, & Jenkins, 2006).

1.3.1 Stress oxidativo e resposta inflamatória

Com o stress oxidativo é originada uma resposta inflamatória celular, sinalizada pelo eixo hipotálamo-hipófise-adrenal, que consiste num mecanismo pelo qual o organismo se defende contra infeções e repara danos teciduais existentes (Goldsby, Kindt, Kuby & Osborne, 2002). Depois da lesão inicial do músculo, causada por forças mecânicas excessivas durante o exercício, o organismo desencadeia uma resposta imune extensa, por mobilização de neutrófilos e outras células sanguíneas fagocitárias para locais de inflamação, de modo a reparar os tecidos (Malm, 2001).

Esta resposta inflamatória compreende a fase degenerativa, a regenerativa e a de remodelação. No processo inflamatório, em termos de resposta local, são libertados macrófagos, neutrófilos, antioxidantes enzimáticos de baixo peso molecular, fatores

de crescimento (e.g., TNF- α) e citocinas inflamatórias, como a interleucina-1 (IL-1) e interleucina-6 (IL-6). Em primeiro lugar ocorre a migração dos neutrófilos para o tecido afetado a fim de remover, por fagocitose, elementos indesejáveis relacionados com a lesão. De seguida surgem os macrófagos, com ação ativa na reparação e crescimento do tecido muscular. Em geral, o exercício físico intenso provoca alteração das células circulantes inflamatórias que vão levar a uma produção de espécies reativas de oxigénio (ERO) no local da lesão (da Silva & Macedo, 2011). Constata-se que as ERO também podem ser libertadas em tecidos não afetados, originando danos musculares adicionais e dor muscular retardada (Knez et al., 2006; Urso & Clarkson, 2003). Para além da resposta local, existe uma resposta sistémica, com aumento de proteínas de fase aguda positiva (e.g., proteína C-reativa) e diminuição de proteínas de fase aguda negativa (e.g., albumina) na corrente sanguínea. As proteínas de fase aguda positivas ajudam a conter a amplificação da inflamação pela remoção de microorganismos e remodelação celular (da Silva & Macedo, 2011).

1.3.1.1 Interleucina-6 na resposta inflamatória

A citocina IL-6, agente regulador da resposta inflamatória na atividade física, é considerada a primeira citocina pró-inflamatória libertada durante a contração muscular (Pedersen, Steensberg, & Schjerling, 2001) por via de sinalização de outras citocinas pró-inflamatórias e das ERO (da Silva & Macedo, 2011), com aumento simultâneo das concentrações de cortisol e catecolaminas no plasma (hormonas relacionadas com o stress). Esta citocina induz efeitos sistémicos, através da regulação do metabolismo energético (Pedersen & Fischer, 2007), e a sua secreção leva ao aumento de citocinas anti-inflamatórias. A IL-6 ativa a glicogenólise hepática e a lipólise no tecido adiposo, por via da ativação da proteína quinase dependente da enzima AMP (AMPK). O aumento da taxa de oxidação dos ácidos gordos é importante para fornecer energia para os processos de reparação e síntese tecidual. A IL-6 controla, também, o stress oxidativo no tecido danificado, pela via de indução da expressão de proteínas de choque térmico (HSPs) tanto no tecido muscular estriado esquelético quanto nas células imunes (Pedersen & Fischer, 2007).

1.3.1.2 Resposta anti-inflamatória

O organismo gera uma resposta à reação inflamatória, através da libertação de

citocinas anti-inflamatórias, como os inibidores IL-10, o IL-1ra e sTNF-r2 (Petersen & Pedersen, 2005), aumentando os mecanismos orgânicos de defesa. Esta resposta é utilizada para restabelecer a homeostasia orgânica, em exercícios físicos moderados (menos 65% do VO₂ máximo), levando, consequentemente, à finalização da ação inflamatória. O equilíbrio entre as ações pró e anti-inflamatórias das diferentes citocinas é necessário e benéfico, uma vez que contribui para a reparação e regeneração completa dos tecidos danificados (da Silva & Macedo, 2011). Contudo, os exercícios intensos e prolongados (mais 65% de VO₂ máximo) estão associados a uma diminuição da resposta imunológica e a um aumento do stress oxidativo (Pingitore et al., 2015) tornando-se muito importante realizar a recuperação dos tecidos através de outras alternativas (e.g. aumento de antioxidantes na alimentação).

1.4 Radicais livres

As alterações teciduais decorrentes do stress oxidativo devem-se a reações enzimáticas, e não enzimáticas, que produzem compostos intermediários – os radicais livres. Os radicais livres são moléculas produzidas continuamente no organismo durante os processos metabólicos e têm uma semi-vida curta (Czerska, Mikołajewska, Zieliński, Gromadzińska, & Wąsowicz, 2015). Estes radicais livres são gerados em processos aeróbios (Pisoschi & Pop, 2015), por reações de oxidação-redução, e possuem, pelo menos, um elétron desemparelhado ou solitário numa órbita externa, que lhes confere alta reatividade. Os radicais livres podem ter origem no metabolismo do oxigénio molecular (ERO) ou serem originados a partir do metabolismo do óxido nítrico (ERN) (Ferreira & Matsubara, 1997). As ERO têm a importante função de mediadores das alterações musculares esqueléticas e inflamatórias depois do exercício físico intenso (Banerjee, Mandal, Chanda, & Chakraborti, 2003). O músculo excitado produz as ERO que originam danos a nível celular, podendo danificar proteínas, lípidos, DNA e hidratos de carbono, e mudando a funcionalidade e estrutura do organismo, com a ativação de processos deletérios da célula (e.g., apoptose) (Redza-Dutordoir & Averill-Bates, 2016). Em geral, existem fontes endógenas e exógenas de ERO, a maioria identificadas na mitocôndria (Pruchniak, Arażna, & Demkow, 2015).

1.4.1 Fontes de ERO no exercício aeróbio

Os radicais livres podem ser moléculas derivadas do metabolismo do oxigénio (a nível endógeno), como, por exemplo, o anião superóxido (O₂⁻), o radical hidroxilo

(OH) e o oxigénio singleto ($^1\text{O}_2$), ou moléculas não derivadas de um radical, como o peróxido de hidrogénio (H_2O_2). É estimado que 2-4% do O_2 molecular não é completamente reduzido a água durante o exercício aeróbio, formando em vez disso O_2^- , por via de reação com Flavina ou ubiquinona (coenzima Q10), que se consegue libertar durante a atividade da cadeia transportadora de eletrões da mitocôndria (Banerjee et al., 2003; Williams, Strobel, Lexis, & Coombes, 2006). Este superóxido (O_2^-) pode reagir com o óxido nítrico (NO) e gerar o radical livre peroxinitrito (ONOO^-), que origina, por sua vez, oxigénio e H_2O_2 pela ação da enzima SOD (antiOx). O H_2O_2 é usado em processos inflamatórios e origina OH por reação Fenton e por reação Haber-Weiss (reações que dependem da catálise de certas enzimas com a presença de metais, como o Ferro e o Cobre), promovendo o aparecimento de danos oxidativos.

1.4.2 Fontes de ERO no exercício anaeróbio

O exercício anaeróbio e exaustivo induz o aparecimento de ERO através, por exemplo, do fenómeno de reperfusão pós-isquemia (Cooper, Vollaard, Choueiri, & Wilson, 2002; Finaud et al., 2006), em que ocorre aumento de Fe^{3+} no organismo, promovendo a produção destas espécies reativas por meio de reações de Haber-Weiss. Geralmente, acima de VO_2 máximo pode ocorrer hipóxia em vários tecidos, tal como no sangue (hipoxemia), que é direcionado para os músculos ativos e pele. No tecido muscular a hipóxia ocorre pela falta de circulação sanguínea após repetidas contrações (isquemia). O rápido aumento do fluxo sanguíneo (reperfusão) que surge de seguida conduz à reoxigenação das células e pode levar à produção de radicais livres (Cooper et al., 2002; Uchiyama, Tsukamoto, Yoshimura, & Tamaki, 2006). Este processo promove a conversão proteolítica da enzima Xantina Desidrogenase (XD) para a sua forma oxidada, Xantina Oxidase (XO) (Vollaard, Shearman, & Cooper, 2005). Esta, em vez de usar NAD^+ como um aceitador de eletrões, reduz o O_2 molecular diretamente para O_2^- e H_2O_2 , e, subsequentemente, para ácido úrico (Knez et al., 2006). A produção de ROS através deste mecanismo leva a um stress oxidativo várias horas depois do exercício (Vollaard et al., 2005). Por outro lado, os neutrófilos da resposta inflamatória, durante a fagocitose, também libertam ERO através do metabolismo do oxigénio. Este processo vai originar uma “queima respiratória”, que envolve a ativação da enzima NADPH oxidase, e irá, por sua vez, produzir grandes quantidades de O_2^- e H_2O_2 (Dahlgren & Karlsson, 1999).

1.4.3 ERO e peroxidação lipídica

As ERO podem atuar mais a nível dos lípidos, originando peroxidação lipídica no organismo, processo que consiste numa reação em cadeia que afeta ácidos gordos polinsaturados e o colesterol é oxidado através de mecanismos enzimáticos e não enzimáticos (Halliwell, 2007). O OH é a espécie reativa iniciadora da reação em cadeia que ocorre na peroxidação lipídica, que em interação com um ácido gordo polinsaturado vai originar radicais livres e por sua vez despoletar uma resposta inflamatória no organismo (Ferreira & Matsubara, 1997).

1.4.4 Espécies Reativas de Oxigénio e Espécies Reativas de Azoto

Tanto as ERO como as ERN (espécies reativas de azoto) são espécies reativas e podem gerar stress oxidativo nas células. As ERN englobam: óxido nítrico (NO), nitratos, peroxinitritos e outros radicais livres resultantes do metabolismo do NO (Barreiros, David, & David, 2006). Em geral, todas as ERN têm origem no NO que é sintetizado a partir de O₂ pela enzima NOS (óxido nítrico síntase). A NOS tem mais atividade nas fibras musculares glicolíticas do que nas oxidativas, sendo mais proeminente nos exercícios anaeróbios. O óxido nítrico atua principalmente a nível do aumento do fluxo sanguíneo no músculo esquelético, e uma alta produção desta espécie reativa durante a contração muscular conduz à produção de radicais livres. O óxido nítrico reage com o radical superóxido e gera como produto final o peroxinitrito (Murrant & Reid, 2001).

1.5 Exercício físico e alterações a nível cardiovascular

A nível cardiovascular, segundo Brzezczynska et al. (2008), o exercício físico utiliza-se como modelo de modulação fisiológica de produção de radicais livres, de modo a examinar os efeitos das modificações oxidativas induzidas pelo exercício nas propriedades físico-bioquímicas da membrana do eritrócito (Brzezczynska, Pieniazek, Gwozdzinski, Gwozdzinski, & Jegier, 2008). As modificações oxidativas ocorrem quando as ERO ao difundirem-se na membrana celular, induzem stress oxidativo dentro da célula ou interagem diretamente com componentes membranares, conduzindo à peroxidação lipídica. Um outro estudo, de Smith (1995), constatou que o desporto de grande intensidade pode também conduzir a uma “anemia desportiva” (ou hemodiluição do atleta) devido a uma expansão do volume plasmático. Como o stress oxidativo pode ser proporcional à acumulação de O₂, isto leva a que os

antioxidantes do músculo, fígado e células sanguíneas possam ser deteriorados durante o exercício. Esta depleção de antioxidantes leva à hipóxia no músculo exercitado durante pequenos períodos de exercício e aumenta a destruição de células sanguíneas, podendo originar fadiga e/ou danos musculares (Smith, 1995).

1.5.1 Exercício físico e diminuição de minerais essenciais nas células sanguíneas

Uma modificação decorrente do stress oxidativo ocorre a nível da bomba de sódio-potássio da membrana, por depleção de ATP durante o exercício, ocorrendo uma diminuição da concentração de potássio. O potássio é muito consumido pelo organismo durante o exercício, pelo processo de contração muscular e manutenção da pressão arterial normal, constatando-se que os seus níveis sanguíneos diminuem muito rapidamente após cessação do exercício, para níveis normais de repouso. A perda de potássio origina um aumento da pressão osmótica extracelular, que aumenta o fluxo sanguíneo muscular, podendo levar a situações de rubor e ou/edema (Brouns, 2002). Para além da diminuição de potássio, também se verifica uma diminuição de cálcio e magnésio nas células sanguíneas. A diminuição de cálcio afeta a musculatura esquelética e pode conduzir a várias doenças, tornando-se muito importante restabelecer os seus níveis basais pós-exercício (Aloia, Cohn, Ostuni, Cane, & Ellis, 1978). Comparativamente ao cálcio, os níveis baixos de magnésio, mineral que participa no metabolismo energético e na contração muscular, estão correlacionados com o aumento da peroxidação lipídica e com a diminuição da atividade antioxidante que pode, por sua vez, levar a uma situação de fadiga pós-exercício (Greenwood, Cooke, Ziegenfuss, Kalman, & Antonio, 2015). Uma diminuição de potássio, cálcio e magnésio durante o exercício, sem uma recuperação adequada pós-exercício, pode resultar num declínio da performance desportiva do atleta (Colakoglu et al., 2016).

Desta forma, para contrariar os efeitos do treino em excesso e para otimizar a performance, a recuperação fisiológica e psicológica deve ser programada como uma componente integral do exercício, apesar de muitas vezes ser negligenciada como um aspeto essencial de qualquer regime de treino (Kallus & Kellmann, 2016).

2 RECUPERAÇÃO PÓS-EXERCÍCIO

Segundo Kallus e Kellmann (2016) a recuperação é considerada um processo intra e inter-individual de vários níveis que ocorre ao longo do tempo com o objetivo de restabelecer a capacidade funcional do organismo, e é essencial para a manutenção de performance desportiva (Kallus & Kellmann, 2016). A recuperação pós-exercício é importante para restaurar as perdas corporais e alterações causadas pelo treino para restabelecer os níveis de performance até ao treino seguinte. De uma forma geral, quanto mais os recursos físicos e psicológicos do organismo são afetados, durante períodos de atividade física intensa, maior recuperação e regeneração é necessária (Kallus & Kellmann, 2016). Por outro lado, existem respostas adaptativas ao stress, ou estímulos provenientes do exercício, que tornam o organismo, gradualmente, mais apto em termos de performance (Burke & Mujika, 2014).

As atividades de recuperação podem ser passivas ou ativas (Kellmann & Kallus, 2001), e podem variar de acordo com vários fatores, incluindo: restauração do músculo e reservas de glicogénio no fígado (reabastecimento); substituição de fluidos e eletrólitos perdidos no suor (rehidratação), e síntese proteica para reparar e adaptar (reconstrução) (Burke & Mujika, 2014). Constatase que, quando a recuperação física não é suficiente, é necessário ocorrer compensação, como por exemplo, através da promoção de uma alimentação rica em antioxidantes ou através de outras alternativas direcionadas às necessidades específicas do indivíduo (Kallus & Kellmann, 2016).

A saúde do atleta e a manutenção da integridade funcional do organismo mantem-se pela atuação do sistema imune e do sistema antioxidante. Em atividades de elevada intensidade de treino são necessários diferentes nutrientes para restaurar o estado normal do organismo. Neste sentido, a alimentação tem um papel fulcral na recuperação desportiva, em termos de necessidades energéticas, de modo a integrar a totalidade de metas nutricionais do atleta e restaurar o estado normal do organismo. É muito importante realizar uma alimentação de acordo com as necessidades, estilo de vida e tipo de treino do atleta, de forma a promover uma recuperação adequada. No caso de atletas de natação, estes apresentam reservas energéticas reduzidas, daí que uma nutrição adequada é essencial para uma recuperação adequada a nível desportivo (Burke & Mujika, 2014).

2.1 Antioxidantes no stress oxidativo

Vários estudos verificaram o aumento dos níveis de enzimas antioxidantes após exercício físico intenso, indicando a presença de stress oxidativo (Pingitore et al., 2015). Esta atividade antioxidante consiste na ação biológica que ocorre contra radicais livres do organismo e combina a atuação do sistema antioxidante endógeno e antioxidantes exógenos adquiridos através da dieta (Bloomer & Goldfarb, 2004). O stress oxidativo e a contração muscular esquelética e cardíaca durante o exercício físico de competição reduzem as defesas antioxidantes do organismo (Di Giacomo et al., 2009), contribuindo para a fadiga a nível muscular (Powers & Jackson, 2008). Desta forma, o stress, sem uma adequada recuperação e suplementação nutricional poderá desencadear o síndrome do sobre-treino (Cunha, Ribeiro, & Oliveira, 2006), que leva a um compromisso do rendimento físico do atleta (Noce et al., 2011). Segundo Di Giacomo et al. (2009) e Ramaswamy & Indirani (2011) esta situação poderá ser suprimida pelo equilíbrio entre os antioxidantes endógenos e os antioxidantes exógenos adquiridos através da dieta (Di Giacomo et al., 2009; Ramaswamy & Indirani, 2011). A eficiência desta defesa depende do sinergismo entre antioxidantes endógenos, influenciados por fatores genéticos, idade, exercício e nutrição; e antioxidantes exógenos, modulados pelo consumo destas substâncias na dieta (Dekkers, van Doornen, & Kemper, 1996). É, assim, recomendada uma ingestão adequada e suficiente de antioxidantes exógenos quando os antioxidantes endógenos não conseguem, de forma eficiente, colmatar as necessidades do organismo com a elevada presença de radicais livres (Teixeira, 2008).

Os antioxidantes conseguem atuar, por eliminação do oxigénio molecular ou diminuição da sua concentração a nível local, removendo os iões pro-oxidativos, como: espécies reativas de O_2 consideradas agressivas (O_2^- ou o H_2O_2); e por separação de radicais iniciadores de cadeia (OH^\cdot , RO^\cdot ou ROO^\cdot), quebrando a cadeia da sequência de radicais livres, ou captando o oxigénio singlete (1O_2). Estas substâncias inibem também a peroxidação lipídica por remoção de O_2 : captando o O_2 , diminuindo a sua concentração, ou removendo os iões de transição pró-oxidativa (Pisoschi & Pop, 2015).

2.1.1 Antioxidantes endógenos e exógenos

Os antioxidantes, para além de estarem presentes nas flores, frutos, raízes, legumes e verduras da dieta, encontram-se também noutros alimentos de origem vegetal tais como o azeite, vinho, chá verde e açafrão (Belitz, Grosch, & Schieberle, 2009).

Os antioxidantes incluem os enzimáticos (endógenos): Superóxido Dismutase (SOD), Catalase (CAT), Glutathione Peroxidase (GPx); e os não-enzimáticos (na sua maioria, exógenos): vitaminas A (retinol), C (ácido ascórbico) e E (tocoferol), glutathione (GSH), ácido úrico, ácido lipoico, co-enzima Q10, compostos fenólicos e carotenóides (Czerska et al., 2015), adquiridos maioritariamente através da dieta. Além destes, há vários nutrientes essenciais de origem mineral que participam no processo antioxidante em associação com enzimas, de entre os quais: zinco, cobre, manganês, selênio e ferro (Halliwell, 2007).

2.1.1.1 Antioxidantes enzimáticos

Relativamente aos antioxidantes enzimáticos (endógenos), o SOD, rico em cobre, tem como função eliminar o superóxido (O_2^-) (Niki, 2014). A CAT, por sua vez, é uma enzima peroxissomal e glioxissomal que catalisa a redução do H_2O_2 em H_2O e O_2 (Yanik & Donaldson, 2005, referido em Maia et al., 2012). Para modular o stress oxidativo existe também outro antioxidante, a glutamina, presente no plasma e nos tecidos. A glutamina é essencial para a produção de glutathione, e por sua vez, vai originar a GPx. O atividade da GPx é essencial para o bom funcionamento da glutathione. É de salientar que o tomate, tal como outros vegetais e frutas, é especialmente rico em glutathione (antioxidante não-enzimático) (Belitz et al., 2009).

2.1.1.2 Antioxidantes não-enzimáticos

Os antioxidantes não-enzimáticos (exógenos) podem ser adquiridos através da alimentação ou suplementação. A ingestão de antioxidantes exógenos é considerada a melhor maneira de compensar a oxidação biológica do organismo (Halliwell, 2007).

Muitos estudos têm reportado os benefícios de carotenóides na saúde devido ao seu poder antioxidante (e.g., remoção do 1O_2), tal como a sua atividade antitumoral (González-Vallinas, González-Castejón, Rodríguez-Casado, & Ramírez de Molina, 2013). Os carotenóides, em que se destacam o licopeno e o β -caroteno, são

constituídos por cadeias de polieno ricas em elétrons, com um longo sistema de duplas ligações conjugadas, responsáveis pela atividade antioxidante (Fiedor & Burda, 2014). Este complexo grupo faz parte dos constituintes de uma variedade de vegetais, frutas e produtos industrializados, e apresentam grande diversidade, podendo ser, ou não, precursores da vitamina A (e.g., β -caroteno e licopeno, respectivamente) (Ambrósio, Campos, & Faro, 2006). Os carotenóides são moléculas lipofílicas que se acumulam nas membranas celulares ou nas lipoproteínas e apresentam um comportamento hidrofóbico que tem um impacto forte na sua absorção, transporte e excreção pelo organismo (Stahl & Sies, 2003).

Para além dos carotenóides os antioxidantes contêm também um grupo fenólico que exerce um papel importante na alimentação. Os compostos fenólicos agem como antioxidantes, não só pela sua habilidade em doar hidrogénio ou elétrons, mas também por possuírem radicais intermediários estáveis, que impedem a oxidação de vários ingredientes do alimento, principalmente lípidos. Os compostos fenólicos conseguem interagir com as ERO (Ferrerres, Taveira, Pereira, Valentão, & B. Andrade, 2010) e terminar a reação da cadeia antes da viabilidade celular ser afetada, modulando os processos inflamatórios. Podem dividir-se em flavonoides (polifenóis) e não-flavonoides (fenóis simples ou ácidos) (Giada, 2013). Os mecanismos envolvidos na capacidade antioxidante dos flavonoides inclui inibição das enzimas envolvidas na produção de ERO; captadores de ERO; ou sobre-regulação ou proteção das defesas antioxidantes (Surh, 2005). Outros grupos antioxidantes essenciais do grupo dos flavonoides é o grupo das antoxantinas e das antocianinas (Giada, 2013). Segundo citado no artigo de Pilaczynska-Szczesniak et al. (2005), um aumento do consumo de antocianinas limita os danos oxidativos provocados pelo exercício nas células sanguíneas (Pilaczynska-Szczesniak, Skarpaniska-Steinborn, Deskur, Basta, & Horoszkiewicz-Hassan, 2005).

De entre outras suplementações antioxidantes destaca-se também a vitamina C (ácido ascórbico) e a vitamina E (α -tocoferol), que têm um potencial antioxidante muito elevado e aumentam a atividade de co-factores essenciais, como o zinco e o cobre, e de antioxidantes endógenos enzimáticos. A vitamina E, o maior antioxidante de eliminação de radicais lipossolúveis *in vivo*, em junção com a vitamina C, inibe a peroxidação lipídica (Niki, 2014).

Outro potente antioxidante é a creatina. A creatina é uma proteína encontrada em alimentos de origem animal e rica em arginina, glicina e metionina (aminoácidos essenciais para a produção de células musculares). Pode estar presente na forma livre ou na forma fosforilada promovendo a energia inicial para o início do exercício (auxilia na recuperação do tecido e faz a mediação da formação de radicais livres) (Sestili et al., 2011).

2.2 Recuperação pós-exercício dos parâmetros cardiovasculares

Estudos anteriores revelam que a intensidade e duração do exercício, e a composição corporal, afetam a recuperação da frequência cardíaca. Quanto maior a intensidade do esforço, maior é a duração da recuperação. Em geral, os parâmetros cardiovasculares apresentam níveis basais em poucos minutos ou poucas horas depois do esforço terminar (Murrell et al., 2007). Esta dinâmica é mais rápida comparada com a recuperação do meio biohumoral destes fatores circulatórios sanguíneos, como as citocinas e as hormonas de stress, exibindo tempo de recuperação de 24h ou ainda maior (Neubauer, König, & Wagner, 2008).

2.2.1 Frequência cardíaca de repouso

A FC de repouso é tida como um marcador de aptidão física (Shetler et al., 2001) e utiliza-se como indicador do estado funcional do sistema cardiovascular, funcionando como ferramenta de diagnóstico para calcular a recuperação do atleta (nas 24h entre dois treinos) (Almeida & Araújo, 2003). Esta ferramenta de diagnóstico depende de vários fatores, tais como: intensidade do exercício; função cardiorrespiratória; modulação cardíaca; mudanças hormonais e sensibilidade do reflexo barorreceptor. Depois do exercício moderado ou intenso, a recuperação é caracterizada por duas fases diferentes: primeiramente exponencial e de seguida um declínio lento até ao nível basal. Este decréscimo é causado pela reativação do sistema nervoso parassimpático, e depende da capacidade gradual de diminuição da estimulação do sistema simpático (Du et al., 2005). Normalmente os atletas têm uma recuperação cardíaca pós-exercício mais rápida do que indivíduos não treinados. Constata-se que em atletas de competição a FC de repouso apresenta valores mais baixos devido à estimulação do aumento do tônus vagal cardíaco com o exercício e a diminuição do nível de catecolaminas (Melanson & Freedson, 2001). Associada a esta mudança está

a regulação positiva da via do óxido nítrico, que leva à facilitação da transmissão vagal (Mohan et al., 2000).

2.2.2 Pressão arterial de repouso

Relativamente ao treino físico regular, de intensidade moderada, um dos grandes benefícios é o decréscimo da pressão sanguínea, devido à dilatação das artérias musculares (Munir et al., 2008). De acordo com análises epidemiológicas e meta-análises, o treino regular diminui os níveis de pressão arterial de repouso apesar deste decréscimo se verificar mais marcadamente na frequência cardíaca. Vários estudos longitudinais mostraram um decréscimo da pressão arterial de repouso e da atividade do nervo simpático depois do treino (Saltin, 2000). Este mecanismo de redução está relacionado com um balanço entre a atividade simpática baixa e elevada atividade parassimpática, entre outros mecanismos, como os efeitos modificados de algumas substâncias vasoativas (e.g., dopamina) (Varga-Pintér et al., 2011). A PA de repouso diminui com o exercício, uma vez que este promove o aumento da sensibilidade barorreflexa arterial. Contudo, os efeitos crónicos na PA de repouso resultam da adaptação do organismo à exposição frequente e regular às sessões de treino (Ruivo, Alcântara, Ruivo, & Alcântara, 2012).

2.3 Perceção da recuperação - Parâmetro psicométrico RESTQ-Sport

A perceção do stress e recuperação (considerando fatores físicos, psicológicos e sociais) é considerada uma das variáveis psicológicas mais utilizadas na monitorização de programas de treino desportivo, principalmente em fases de treino com cargas elevadas (Urhausen & Kindermann, 2002), através do questionário de stress e recuperação para atletas (RESTQ-Sport) (Costa & Samulski, 2005; Coutts, Wallace, & Slaterry, 2007; Kellmann & Günther, 2000). Usualmente utiliza-se este método de avaliação psicométrico juntamente com outros métodos fisiológicos de análise da recuperação pós-exercício para avaliar com maior precisão o fenómeno do sobretreino (sobrecarga de treino). O sobretreino é considerado uma situação em que o atleta sofre um stress mais elevado do que posteriormente o seu organismo é capaz de recuperar (Simola, Samulski, & Prado, 2007).

Segundo Kellmann e Günther (2000) o stress e a recuperação devem ser avaliados em conjunto uma vez que o balanço stress-recuperação leva a um possível aumento da

performance (Kellmann & Günther, 2000). A percepção do stress e recuperação indica a extensão na qual o indivíduo está sob stress física e/ou mentalmente, assim como, a capacidade de utilizar as próprias estratégias de recuperação e quais dessas estratégias poderão ser utilizadas. O fator stress depende das características do estímulo desse stress e da forma como é interpretado e encarado esse estímulo (Kallus, 2016). Quando altos níveis de stress têm uma recuperação apropriada, são observados efeitos positivos no processo de treino (Kellmann & Günther, 2000). A recuperação é um elemento básico da nossa vida que é organizado em ritmos biológicos, sendo um deles o ciclo circadiano do sono. São precisos estes contínuos processos de reparação após uma ação, como é o caso do estado stress-recuperação, para o equilíbrio homeostático do organismo. Em estados de recuperação adequada o indivíduo consegue reagir apropriadamente e agir de forma adequada ao stress sem precisar de atividades de recuperação adicional. Por outro lado, uma recuperação incompleta pode originar um processo que culmina num estado de stress elevado (Kellmann & Kallus, 2001). Segundo Kellmann e Kallus (2001) a recuperação é caracterizada como um processo personalizado e ativo que deve conduzir ao restabelecimento psicológico e físico (Kellmann & Kallus, 2001).

2.3.1 Estrutura do questionário RESTQ-Sport

O questionário (RESTQ – Sport) foi desenvolvido para avaliar a frequência dos sintomas de stress em conjunto com a frequência de estados e atividades associados a recuperação dos atletas, mediante a sua percepção. Com 19 escalas, este questionário considera a avaliação de eventos de stress e recuperação e as suas consequências subjetivas durante os últimos 3 dias/noites. Posto isto, a aplicabilidade do estado de stress-recuperação é um resultado da avaliação quantitativa da frequência de stress e atividades de recuperação nos últimos 3 dias/noites. O RESTQ – Sport é baseado no modelo básico (RESTQ), consistindo em 7 escalas de stress e 5 escalas de recuperação (Kallus & Kellmann, 2016). As escalas específicas de desporto do RESTQ – Sport englobam aspetos relevantes, da vida quotidiana e/ou desportiva, que influenciam direta e indiretamente, ou refletem, processos de recuperação. Através deste questionário é possível obter informações sobre rotinas de treino e fora do ambiente de treino e competição (Kellmann, 2002), uma vez que é importante que a recuperação seja também reconhecida em atividades à parte do desporto. Em adição aos itens relacionados ao comportamento e desempenho desportivo, encontram-se

itens relacionados com as emoções, aspetos físicos e sociais do stress e recuperação. Embora o estado de stress-recuperação seja estável relativamente a flutuações funcionais temporárias, é afetado por atividades diárias do indivíduo, como, por exemplo, férias ou treino mais intenso. Para uma análise detalhada deste estado, é importante uma interpretação individual do RESTQ – Sport, uma vez que fornece o suporte para uma clara imagem pessoal, tornando-se a visão subjetiva de um atleta mais importante que a perspetiva dos treinadores. O estado de stress-recuperação reflete a carga de treino e corresponde a mudanças relacionadas com o volume de treino existente, observado através de resultados do RESTQ – Sport (Anexo VI). Por exemplo, atletas que reportam stress nos 3 dias/noites anteriores irão mostrar, através do questionário, aumento dos valores de questões de stress, em que os resultados apresentam valores mais altos (Kallus & Kellmann, 2016).

2.3.2 Estudos científicos com utilização do questionário RESTQ-Sport

Vários estudos têm verificado que o treino pode ser efetivamente monitorizado usando o RESTQ-Sport (Coutts, Wallace, & Slaterry, 2007; Kellmann & Günther, 2000; Kellmann & Kallus, 2001). Para Steinacker et al. (2000), monitorizar níveis de stress e recuperação nos atletas é uma vantagem na deteção precoce de sinais e sintomas do sobretreino (Steinacker et al., 2000). Num estudo com jovens atletas de rugby, Hartwing et al. (2009) concluíram que, para atletas adolescentes, a recuperação do estado de tensão pode também ser sensível a fatores como: estilos do treino, traços de personalidade, lesões ou doenças, práticas de recuperação, entre outros (Hartwig, Naughton, & Searl, 2009). Por sua vez, González-Boto et al., (2008) observaram que, quando os atletas atingiam o volume máximo nos treinos ocorriam aumentos significativos nas escalas de stress relacionados com as lesões (González-Boto, Salguero, Tuero, Márquez, & Kellmann, 2008). Constata-se, também, que o diagnóstico da vulnerabilidade ao stress varia muito em função das diferenças dos indivíduos, personalidade, motivação ou experiência (Merayo, 2011).

3 TOMATE: ALIMENTO RICO EM ANTIOXIDANTES

O tomate, *Solanum Lycopersicum*, é um fruto da família *Solanaceae* que apresenta um dos maiores volumes de produção mundial (Gerszberg, Hnatuszko-Konka, Kowalczyk, & Kononowicz, 2015) e é considerado um componente muito importante da dieta mediterrânea. É amplamente consumido na Europa (Tyssandier et al., 2004), sendo atualmente um dos frutos mais consumidos no mundo ocidental e uma das hortícolas mais cultivadas no mundo. O facto de ter um valor de recursos considerável, e componentes quimioprotetivas, este alimento é considerado um alimento funcional (Ranieri et al., 2004, citado por Shende, Seth, Mukherjee, & Chattopadhyay, 2012).

3.1 Composição do tomate

O tomate, tal como a maioria dos frutos, é constituído essencialmente por água, que representa cerca de 94% dos seus constituintes totais (Roca, 2009). Os restantes 6%, correspondentes à matéria seca, compreendem: açúcares solúveis, sólidos insolúveis em álcool, ácidos orgânicos, minerais (cálcio, fósforo, potássio, magnésio e ácido fólico), flavonoides, entre outros constituintes como lípidos, vitaminas: A, C, E e do complexo B (Tsitsimpikou et al., 2013), e pigmentos (como os carotenóides e os compostos fenólicos) (Roca, 2009). Em geral, essa matéria seca corresponde a 1,167% de proteína, 0,97% de lípidos e 3,18% de hidratos de carbono (Perveen et al., 2015). O tomate é também constituído por vários minerais: 3,3mg de sódio, 242mg de potássio, 9,4mg de cálcio, 0,3mg de ferro e 22mg de fósforo (valores médios em mg/100g) (Belitz et al., 2009). Muitos estudos epidemiológicos mostram a importância desde fruto e seus produtos na prevenção de diferentes doenças (Perveen et al., 2015), como doenças cardíacas e algumas tipologias de tumores (Ilahy, Hdider, Lenucci, Tlili, & Dalessandro, 2011).

3.2 Propriedades antioxidantes do tomate

É considerado um fruto com grande poder antioxidante devido à presença de carotenóides, compostos fenólicos, flavonoides, ácido ascórbico e tocoferóis (Silva, Costa, Santana, & Koblitz, 2010). No tomate, 52% do total de antioxidantes (48% licopeno, 43% ácido ascórbico, 53% de fenóis totais) estão localizados na epiderme do fruto (Toor & Savage, 2005), e as propriedades biológicas dos antioxidantes podem depender da sua libertação na matriz do alimento durante o processo de

digestão (bioacessibilidade) (Bhatt & Patel, 2013). A atividade antioxidante total do tomate é classificada em hidrofílica e lipofílica. A parte hidrofílica é constituída por compostos fenólicos solúveis e vitamina C e mostra um impacto significativo na atividade antioxidante total (83%), enquanto a parte lipofílica é composta pelos carotenóides, vitamina E e fenóis lipofílicos (17%) (Gibbons et al., 1997).

Apesar de muitos dos componentes nutricionais do tomate serem estabilizados pelo pH ácido dos tecidos do fruto, a capacidade antioxidante dos produtos pode mudar dependendo do tipo de processamento e condições dos mesmos (Capanoglu, Beekwilder, Boyacioglu, De Vos, & Hall, 2010). Torna-se então importante avaliar estes compostos antioxidantes juntos, devido à possibilidade da existência de efeitos sinérgicos e/ou antagónicos na sua contribuição para a atividade antioxidante total, apesar do licopeno ser considerado o antioxidante mais potente do tomate.

3.3 Licopeno: potente antioxidante

O licopeno é um carotenóide que representa aproximadamente 80-90% do total de carotenóides presentes no tomate e encontra-se distribuído por todo o fruto, localizando-se em maiores concentrações na zona adjacente ao pericarpo (Roca, 2009). É um isómero acíclico do β -caroteno (Roca, 2009) e contém 11 ligações duplas conjugadas, responsáveis pela cor vermelha e atividade antioxidante (Shi, 2000). Segundo Raiola et al. (2014), essa capacidade antioxidante tem um forte poder no combate ao stress oxidativo e peroxidação lipídica promovidos pelo exercício intenso (Raiola, Rigano, Calafiore, Frusciante, & Barone, 2014). Devido à presença de 2 ligações duplas não conjugadas, que lhe oferece maior reatividade (Shami & Moreira, 2004), o licopeno é um dos captadores mais potentes de oxigénio singlete e radicais livres peroxil entre os carotenóides naturais (Silva et al., 2010). É considerado um antioxidante duas vezes mais potente que o β -caroteno e dez vezes mais potente que a vitamina E (Ivanov et al., 2007).

A cor vermelha característica do tomate deve-se à presença de um dos antioxidantes existentes no tomate, o licopeno, um pigmento que abunda no tomate maduro, formado durante o seu amadurecimento (Perveen et al., 2015), e que protege o organismo contra a ação de radicais livres (Roca, 2009). Constata-se que os conhecimentos relativos à atividade antioxidante de produtos de tomate processado

comercializado é escasso, e é geralmente limitado ao conteúdo em licopeno. Durante o amadurecimento do tomate ocorrem várias mudanças morfológicas, moleculares e bioquímicas incluindo degradação de clorofila e síntese e armazenamento de carotenóides, principalmente licopeno, na transação de cloroplasto para cromoplasto (Lopez-Juez, 2007).

3.3.1 Biodisponibilidade do licopeno

A biodisponibilidade do licopeno aumenta quando o tomate é processado, fator que pode estar relacionado com as formas isoméricas apresentadas. Resultados de vários estudos mostram que o licopeno do tomate pode ser absorvido em forma *cis*, podendo resultar em eficácia elevada relativamente a potenciais benefícios na saúde (Rubio-Diaz, Santos, Francis, & Rodriguez-Saona, 2010; Unlu et al., 2007). O pH ácido do estômago contribui, em parte, na transformação de *all-trans* para *cis*-isómeros de licopeno, de modo a aumentar a sua capacidade de absorção pelo organismo (Shami & Moreira, 2004). Pesquisas indicam que mais de 50% dos carotenóides encontrados no corpo humano apresentavam a forma *cis*, o que conduz à hipótese que é esta a forma considerada mais biodisponível (Boileau, Boileau, & Erdman, 2002). Muitos outros estudos têm reportado uma disponibilidade elevada de licopeno em produtos de tomate processado, em comparação com tomate fresco, sugerindo que ao afetar a matriz celular do fruto aumenta a sua absorção na dieta (Rubio-Diaz et al., 2010). O tratamento térmico é uma das formas de potenciar a solubilidade e consequente disponibilidade de licopeno, uma vez que ocorre libertação deste carotenóide pela matriz celular (Shami & Moreira, 2004). A nível da sua atuação, o licopeno sai do enterócito carregado por quilomícrons que, pela ação da enzima lipase lipoproteica, é retirado e absorvido de forma passiva por vários tecidos. Pode acumular-se no fígado ou ser envolvido pela VLDL e transportado novamente para o sangue (Heber & Lu, 2002).

Este carotenóide antioxidante inibe a ativação de NF-kB, reduzindo assim a expressão de citocinas inflamatórias (Raiola et al., 2014). Muitos estudos demonstraram que o efeito anti-inflamatório derivado de produtos de tomate processado é superior àqueles em que o licopeno deriva de um composto singular, como o tomate maduro (Hazewindus, Haenen, Weseler, & Bast, 2012).

3.4 Sumo de Tomate: Estudos relevantes

O consumo de tomate, a nível mundial, tem aumentado favoravelmente nas últimas décadas, muito devido ao crescimento dos produtos à base de tomate, como o sumo de tomate (Vallverdú-Queralt, Medina-Remón, Casals-Ribes, & Lamuela-Raventos, 2012). Em termos antioxidantes, mais propriamente em quantidade de licopeno, o tomate cru apresenta, em média, 30mg/kg e o sumo de tomate, cerca de 150mg/L (Shami & Moreira, 2004).

O sumo de tomate vermelho (produto do tomate com grande biodisponibilidade de nutrientes) (Moritz & Tramonte, 2006; Preedy, 2008) tem vindo a ser estudado nos últimos anos, como alimento utilizado por vários atletas de alta competição, na melhoria da sua recuperação a nível desportivo. Em estudos anteriores destaca-se o facto do consumo de sumo de tomate, após a prática de exercício físico, reduzir as ERO, a peroxidação lipídica e o stress oxidativo consequente, prevenindo desta forma processos inflamatórios, danos musculares e de disfunção endotelial (Harms-Ringdahl, Jenssen, & Haghdoust, 2012; Ramaswamy & Indirani, 2011; Samaras et al., 2014; Tsitsimpikou et al., 2013).

De acordo com vários outros estudos, a baixa concentração de sódio e alta concentração de potássio no tomate é importante no controlo da pressão arterial, na contração muscular e no normal funcionamento das artérias, pelos seus efeitos vasodilatadores (Arab & Steck, 2000). Tsitsimpikou e seus colegas (2013) verificaram que o sumo de tomate atua também a nível da glucose sanguínea, permitindo que esta mantenha os valores normais após o treino (Tsitsimpikou et al. 2013). As propriedades antioxidantes do sumo de tomate podem modificar o estado redox das paredes dos vasos que, por sua vez, pode levar a um aumento da formação de moléculas vasodilatadoras (e.g., óxido nítrico, adenosina) (Samaras et al., 2014).

Referência/ano	Participantes				Fase Experimental					Resultados
	Amostra	Gênero	Tipo de Desporto	IMC	Desenho	Intervenção	Dose	Duração	Controlo alimentar	
Samaras et al./2014	31 indivíduos (15 voluntários ingestão de sumo de tomate e 16 voluntários ingestão barra proteica)	Sumo de tomate: 13 atletas masculinos, 2 atletas femininos	Atletas de corrida de maratona	24,1 ± 2,46	<i>RCT</i>	Sumo de tomate e barra proteica	100g de sumo de tomate	2 meses	Entrevista sobre dieta alimentar	Redução da peroxidação lipídica (TBARS) nos dois grupos; níveis de glucose, colesterol total e LDL e dos danos oxidativos no DNA (função endotelial) pelo sumo de tomate;
Harms-Ringdahl et al./2012	15 indivíduos não atletas	8 indivíduos masculinos, 7 indivíduos femininos	-	-	5 semanas consumo, 5 semanas <i>wash-out</i> , 5 semanas consumo	Sumo de tomate	150ml de sumo de tomate	15 semanas	-	Redução das ROS do stress oxidativo pelos antioxidantes presentes no tomate.
Tsitsimpikou et al./2013	15 atletas de treino anaeróbio	11 atletas masculinos, 4 atletas femininos	Atletas de basquetebol, ciclismo, judo, <i>kickboxing</i> , andebol, <i>hockey</i> , velejadores e levantadores de peso	Grupo Controlo: 24,7 ± 2,64; Grupo Intervenção: 24,1 ± 3,07	<i>RCT</i>	Sumo de tomate e outra bebida rica em hidratos de carbono	100g de sumo de tomate	2 meses	-	Diminuição dos níveis de CPK e LDH (marcadores de danos musculares que aumentam com o exercício); Atenuação da homocisteína e da proteína C-reativa (marcadores de danos musculares e inflamação).
Ramaswamy & Indirani/2011	50 atletas	25 indivíduos controlo; 25 indivíduos intervenção	Atletas	-	<i>RCT</i>	Suplemento com 75ml de sumo de tomate	75ml de sumo de tomate	60 dias	-	A glutatona aumentou no grupo testado; os níveis de TBARS diminuíram (marcador de peroxidação lipídica).

Figura 1: Estudos realizados sobre os efeitos do sumo de tomate em indivíduos atletas e não atletas.

Em suma, uma dieta que inclua alimentos com compostos antioxidantes, como o sumo de tomate, poderá ser uma opção alimentar no controlo do stress oxidativo em atletas de natação de competição, relevante na melhoria da recuperação desportiva.

Os estudos apontam que, a uma determinada dose, o sumo de tomate pode ser capaz de reduzir fatores de inflamação e de stress oxidativo. No entanto, são poucos os ensaios clínicos devidamente controlados, o que limita a confirmação do seu efeito antioxidante em humanos. Torna-se crucial efetuar mais estudos em humanos, metodologicamente eficazes, de forma a evitar futuros vieses. Sendo um alimento bastante utilizado pela população mundial, tornar-se interessante avaliar o seu efeito antioxidante, a nível de recuperação, perante o stress oxidativo em atletas de natação de competição. O estudo proposto é pertinente no sentido em que os estudos em humanos nesta área são diminutos e pouco conclusivos. Poucos estudos, entretanto, investigaram o comportamento de variáveis fisiológicas e psicológicas durante o processo de recuperação de atletas (Hooper, Mackinnon, Howard, Gordon, & Bachmann, 1995; Simsch et al., 2002; Steinacker et al., 2000). O sumo de tomate pode surgir, assim, como uma fonte rica em antioxidantes naturais, em particular o licopeno, facilmente acessível, que atletas saudáveis podem beneficiar. Por outro lado, e apesar da elevada presença em antioxidantes, é ainda pouco estudado, sendo escassa a literatura publicada, principalmente a nível de tomate processado, mais concretamente no caso do sumo de tomate.

Deste modo, a finalidade do estudo consistiu em identificar os efeitos da ingestão de 150ml de sumo de tomate durante 2 meses (um mesociclo de treino) na frequência cardíaca de repouso, pressão arterial de repouso e grau de perceção da recuperação em atletas de natação de competição. Para tal, anteriormente à intervenção experimental com uma determinada amostra de voluntários, procedeu-se à análise química do sumo de tomate comercial (*Compal Veggie Tomate*), em termos de caracterização em teor de fenóis totais e atividade antioxidante. Este processo torna-se essencial e relevante para averiguar as propriedades deste sumo antes de ser utilizado no estudo interventivo. A análise laboratorial do sumo é considerada de extrema importância para a ingestão de uma quantidade adequada de antioxidantes totais com a ingestão do sumo de tomate comercial, com o intuito de favorecer, por sua vez, a recuperação, como verificado no estudo de Tsitsimpikou (2013).

Efeito da ingestão de um sumo de tomate na frequência cardíaca de repouso, pressão arterial de repouso e grau de percepção da recuperação em atletas de natação de competição

II – OBJETIVOS DO ESTUDO

1. Objetivos gerais:

1.1. O objetivo geral deste estudo é avaliar a influência da ingestão de 150ml de um sumo de tomate na frequência cardíaca de repouso, pressão arterial de repouso e grau de perceção da recuperação em atletas que praticam natação de competição.

2. Objetivos específicos:

2.1. Caracterizar as propriedades antioxidantes (teor em fenóis totais e atividade antioxidante) de uma marca específica de sumo de tomate.

2.2. Verificar se existe variação dos valores da frequência cardíaca de repouso com a ingestão do sumo de tomate durante 8 semanas (2 meses), e, entre os dois grupos em estudo (GC e GI);

2.3. Verificar se existe variação dos valores da pressão arterial de repouso com a ingestão do sumo de tomate durante 8 semanas (2 meses), e, entre os dois grupos em estudo (GC e GI);

2.4. Verificar se existe variação no grau de perceção da recuperação com a ingestão do sumo de tomate durante 8 semanas (2 meses), e, entre os dois grupos em estudo (GC e GI), com a realização do questionário “*Recovery-Stress Questionnaire for Athletes*” (versão traduzida e validada para Português de Portugal) (Leite & Rosado, 2012).

Efeito da ingestão de um sumo de tomate na frequência cardíaca de repouso, pressão arterial de repouso e grau de percepção da recuperação em atletas de natação de competição

III – MATERIAIS E MÉTODOS

Numa primeira fase, realizou-se uma análise laboratorial que permitiu determinar o teor em fenóis totais e atividade antioxidante do Sumo de Tomate da Compal (1L de *Compal Veggie Tomate*). A quantificação em antioxidantes totais do sumo foi realizada no Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz (ISCSEM). Realizou-se na segunda fase um estudo de intervenção, que consistiu na administração de 150ml de sumo de tomate, todos os dias depois do treino (rotina diária de treino de segunda-feira a sexta-feira), a atletas de competição de natação do Sporting Clube de Portugal que estabeleceram o compromisso voluntário de fazer parte deste estudo.

Este estudo foi aprovado pela Comissão Científica do Mestrado em Nutrição Clínica do Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz e pela Comissão de Ética da Cooperativa de Ensino Superior Egas Moniz (Anexo I).

Considerações éticas

Foi cumprida e garantida a confidencialidade e proteção dos dados recolhidos. Os dados foram obtidos após consentimento informado escrito e devidamente esclarecido, de acordo com a Declaração de Helsínquia (*World Medical Association*, 2001). Os inquéritos (Questionário *RESTQP-Sport*) foram realizados em anonimato para assegurar a confidencialidade da informação recolhida, sendo a recolha de todos os dados realizada de acordo com um código de identificação (ID) atribuído a cada um dos participantes. A informação foi informatizada numa base de dados à qual só a investigadora responsável teve acesso e tratada através do ID atribuído aos participantes.

Revisão da literatura

Para a elaboração desta dissertação foi feita uma revisão da literatura utilizando o motor de busca PUBMED, referente a estudos de revisão, estudos caso-controlo, RCT's, meta-análises, na qual foram introduzidas várias palavras de acordo com os objetivos da investigação, tais como: *antioxidant activity; oxidative stress; exercise recovery; oxidative stress AND exercise; exercise AND cardiovascular effects; exercise recovery AND nutrition; tomato juice AND recovery; tomato juice AND antioxidants; RESTQ-Sport AND recovery*.

A. Caracterização do alimento (Sumo de Tomate) em estudo

1. Análise química

1.1 Reagentes e soluções

O reagente de *folin-ciocalteu* (2,2'-azinobis(3-etilbenzotiazolina-6-ácidosulfônico) foi adquirido à *Applichem Pancreac ITW Companies*. Os reagentes TPTZ 2,4,6-tri(2-piridil)-1,3,5-triazina $C_{18}H_{12}N_6$, Cloreto de Ferro (III) hexahidratado ($FeCl_3 \cdot 6H_2O$), Metanol (CH_3OH), Trolox (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcroman-2-ácido carboxílico) e DPPH (2,2-Diphenyl-1-picryl-hydrazyl) foram adquiridos à *Sigma-Aldrich*. O ácido gálico-1-hidratado ($C_6H_2(OH)_3COOH \cdot H_2O$) foi adquirido à *PA-ACS-Pancreac* Química S.A. A solução aquosa de carbonato de cálcio (Na_2CO_3) foi adquirida à *ICS Science Group*.

Foram efetuadas as soluções de tampão acetato 300mM pH=3,6 ($NaCH_3COO \cdot 3H_2O$ e CH_3COOH) e de ácido clorídrico 40mM HCl 37% adquiridos à *AnalaR Normapur*.

1.2 Equipamentos

Balanças *Sartorius CPA 225D* ($\pm 0,01mg$) e *Sartorius Cubis* ($\pm 0,1mg$). Agitador magnético *Agimatic-N P selecta 50Hz* e válvula de filtragem *Heldolph Instruments D91126 Schwaback PUOTAVAC VALV*. Banho-maria *Memmert*. *Vortex VELP Scientifica* 20 Htz e Espectrofotómetro UV-visível Perkin-Elmer Lambda 25.

1.3 Métodos

1.3.1 Preparação do extrato

Foram preparados 2 extratos de forma a caracterizar a componente lipofílica (extrato de diclorometano) e a componente hidrofílica (extrato de metanol) do sumo de tomate.

O extrato hidrofílico foi preparado juntando-se 20ml de sumo de tomate a 20ml de metanol, a mistura foi sujeita a agitação magnética por 30 min, filtrou-se em bomba de pressão reduzida e repetiu-se o mesmo processo, com mais 20ml de metanol, agitação por 10 min e filtração final. Relativamente ao extrato lipofílico, juntou-se 20ml de sumo de tomate a 20ml de diclorometano, agitou-se por 30min e filtrou-se em bomba de pressão reduzida. Repetiu-se o processo de extração adicionando mais 20ml de diclorometano e nova filtração até perfazer a solução final.

No final o extrato foi centrifugado a 4000 rpm durante 5' (utilizaram-se 12 tubos, 6 tubos para a parte lipofílica e 6 tubos para a parte hidrofílica, igualando os valores com contrapeso de água destilada), e utilizou-se extrato metanólico (dividido por 5 tubos) e extrato diclorometano (dividido por 5 tubos) para fazer os testes de atividade antioxidante e teor em fenóis totais (Figura 2).

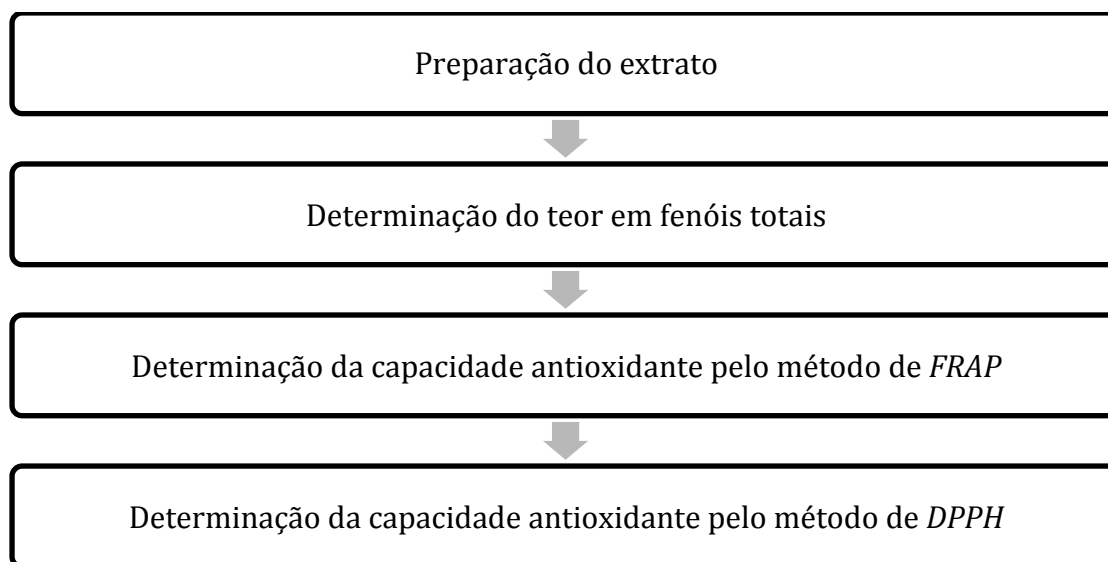


Figura 2: Organograma da análise química: previamente realizou-se uma preparação de extrato para se obterem amostras homogêneas e sem precipitados; de seguida determinou-se o teor em fenóis totais e a capacidade antioxidante pelos testes *Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP)* e *2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)*.

1.3.2 Determinação do teor em fenóis totais

O conteúdo em fenóis totais foi determinado por uma reação complexa com o ácido fosfotúngstico-fosfomolibdico do reagente *Folin ciocalteau* em meio alcalino, resultando um complexo azul de molibdénio-tungstênio, por adaptação do método de Prabha & Vasantha (2011). As amostras foram preparadas em triplicado para diluições diferentes (sem diluição, 1:1 e 1:4) no total de 18 tubos rolhados, em que se juntou 250µL de amostra em metanol:água 50:50 (V/V) ao qual se adicionou 2,5mL de solução reagente *Folin* (1:10 diluído em água) e 2mL de solução aquosa Na₂CO₃ 1M. Em primeiro, pipetou-se, sem diluição, 250µL de amostra em 6 tubos: 3 tubos com conteúdo hidrofílico e 3 tubos com conteúdo lipofílico previamente tratado. Executou-se o mesmo processo para uma amostra 1:1 (125µL de amostra + 125µL de solvente) e 1:4 (50µL de amostra + 200µL de solvente). Realizou-se uma amostra de branco, onde se substituiu a amostra por 250 µL de metanol:água (50:50 (V/V)). Após agitação dos tubos aguardou-se 15 minutos e leu-se a absorvância a 765nm. O ácido

gálico foi usado para determinar a curva padrão ($Y = 0,0054x + 0,0267$; $R^2 = 0,99781$) e os resultados foram expressos em mg de equivalentes de ácido gálico (mg/L EAG \pm SEM).

1.3.3 Determinação da capacidade antioxidante

1.3.3.1 Método *FRAP* (“*Ferric Reducing Antioxidant Power*”)

Este método foi adaptado de Thaipong et al. (2006) e baseia-se na capacidade dos compostos antioxidantes em reduzirem, em meio ácido, o Fe^{3+} a Fe^{2+} na presença de *TPTZ* (2,4,6-tri(2-piridil)-s-triazina), formando um intenso complexo azul Fe^{2+} (*TPTZ*) (Thaipong, Boonprakob, Crosby, Cisneros-Zevallos, & Hawkins Byrne, 2006). Foi previamente preparada uma solução para o *FRAP* adicionando 25mL de tampão acetato 300mM pH=3,6 a 2,5mL de *TPTZ* 10mM em HCL 40mM e a 2,5mL de $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ 20mM. Esta solução foi aquecida a 37°C antes de usar. As análises foram efetuadas, preparando-se em triplicado de acordo com as diluições para o teste de fenóis totais. Primeiramente, pipetou-se sem diluição 150 μ L de amostra em 6 tubos, 3 tubos com conteúdo hidrofílico e 3 tubos com conteúdo lipofílico. De seguida, efetuou-se o mesmo método mas pipetando-se a amostra diluída 1:1 (75 μ L de amostra + 75 μ L de solvente) e diluída 1:4 (30 μ L de amostra + 120 μ L de solvente). Juntou-se a estas diluições 2850 μ L de solução *FRAP*. Realizou-se uma amostra de branco, onde se substituiu a amostra por 150 μ L de metanol:água 50:50 (V/V). Os tubos foram mantidos no escuro, durante 30 minutos. Leu-se a absorvância a 593nm. O *Trolox* (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcroman-2-ácido-carboxílico), um antioxidante sintético análogo da vitamina E, foi usado para determinar a curva padrão ($Y = 0,002x - 0,0022$; $R^2 = 0,99912$) e os resultados foram expressos em μ g Equivalente de trolox (ET)/L \pm SEM.

1.3.3.2 Método *DPPH* (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)

A atividade antioxidante obteve-se através do uso de um radical estável, *DPPH* (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) (Sánchez-Moreno, Plaza, de Ancos, & Cano, 2003). Num ponto de vista metodológico, é utilizado frequentemente a reação com o radical estável *DPPH*, como modelo para medir a capacidade de eliminação de radicais, de modo mais rápido, fácil e exato, para medir a atividade antioxidante dos

alimentos vegetais (Da Porto, Calligaris, Celotti, & Nicoli, 2000; Niki, 2014; Sánchez-Moreno et al., 2003).

Foi previamente preparada uma solução stock até ser utilizada. Esta solução consistiu na dissolução de 24mg de *DPPH* em 100mL de metanol, com posterior vigia à temperatura de -20°C. De seguida juntou-se 10mL da solução stock a 45mL de metanol para se obter uma absorvância de 1,1 a 515nm. As análises foram efetuadas, preparando-se em triplicado para uma diluição de 10xdiluído um total de 6 tubos (3 tubos parte hidrofílica e 3 tubos parte lipofílica). Em primeira instância pipetou-se para tubos rolhados 15µL de amostra, ao qual se juntou 135µL de solvente e 2850µL de solução de *DPPH*. Os tubos foram mantidos no escuro durante 24h. Realizou-se o branco onde se substituiu a amostra por 150µL de metanol:água 50:50 (V/V). Leu-se a absorvância a 515nm, no ponto final. O *Trolox* (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcroman-2-ácidocarboxílico) foi utilizado para calcular a curva padrão ($y = -0,0012x + 1,0495 (r^2 = 0,99974)$), e os resultados foram expressos em µg Equivalente de trolox (ET)/L ± SEM.

B. Estudo de intervenção

1. Desenho do estudo

Foi realizado um estudo piloto com desenho de estudo do tipo quase-experimental, no qual uma variável foi utilizada segundo condições precisas (riqueza em antioxidantes), e se aplicou uma intervenção num determinado grupo, para averiguar possíveis resultados consequentes. Pretendeu-se estudar se o efeito esperado de uma intervenção se produzia numa situação controlada, a fim de explicar e de prever tal resultado. Este estudo explora uma relação causa-efeito onde se procurou isolar o efeito da variável independente (sumo de tomate) sobre as variáveis dependentes (FC de repouso, PA de repouso e grau de percepção da recuperação). Correspondeu a um estudo quase-experimental em que os participantes foram repartidos nos grupos (Grupo Controlo e Grupo de Intervenção) de acordo com os critérios de inclusão e exclusão. A avaliação foi realizada no início, a meio, e no final da intervenção.

Foram incluídos 19 atletas de natação de competição do Sporting Clube de Portugal (8 rapazes e 11 raparigas, com idades entre os 15 anos e os 26 anos). Os atletas tinham uma experiência de treino de 10 ± 5 anos e eram especializados em todas as técnicas de natação (*crawl*, costas, bruços e mariposa), em longas e curtas distâncias, havendo ainda atletas de águas abertas (2 atletas). Todos os atletas pertenciam à categoria Absoluta, estabelecido pela Federação Portuguesa de Natação, que engloba atletas desde o escalão Júnior até ao escalão Sénior. O estudo realizou-se ao longo de 8 semanas (2 meses), com períodos de treinos mais intensos, e com períodos de competição e de *Taper*.

2. Meio, População/amostra e variáveis em estudo.

O estudo realizou-se em instalações direcionadas à prática da natação de competição por parte dos atletas do Sporting Clube de Portugal: na piscina do Estádio do Sporting Clube de Portugal, na piscina do Estádio Nacional do Jamor e na piscina do Estádio Universitário de Lisboa. As sessões de recolha de dados ocorreram apenas no Estádio Universitário de Lisboa, nomeadamente numa sala disponibilizada para o efeito, silenciosa e escura, para a possibilidade de repouso do indivíduo sem vieses envolventes (ou algum fator de distração que influenciasse o repouso absoluto do atleta para obtenção dos parâmetros basais).

2.1. Constituição da amostra

A população-alvo correspondia a indivíduos jovens e adultos (entre os 15 anos e os 26 anos), sendo atletas de natação de competição. Os participantes foram selecionados por conveniência, pertenciam à seção de natação (categoria Absoluta) do Sporting Clube de Portugal, e o recrutamento realizou-se de forma voluntária, por anúncio presencial num dos treinos iniciais da época. Os indivíduos foram distribuídos em dois grupos, de acordo com os critérios de inclusão e exclusão considerados: grupo controlo e grupo de intervenção. A cada participante foram explicados o contexto, procedimentos e objetivos do estudo.

2.1.1 Critérios de inclusão e exclusão

Para seleção da amostra consideraram-se critérios de inclusão, indivíduos que praticassem natação de competição, com a mesma categoria competitiva e carga de treino (categoria Absoluta), que o treino fosse realizado todos os dias e indivíduos que apreciassem sumo de tomate. Os critérios de exclusão incidiram em indivíduos que apresentassem alguma doença que comprometesse o estudo à partida ou que possuissem alguma alergia ou algum tipo de intolerância ao tomate.

2.1.2 Tamanho amostral

O tamanho da amostra apresentado para o estudo dependeu do número possível de atletas que cumpriam os critérios de inclusão, do Sporting Clube de Portugal, no grupo de nadadores de categoria Absoluta, que compreende atletas Juniores e Séniores (neste caso, com idades compreendidas entre os 15 anos e os 26 anos). De acordo com a revisão bibliográfica, estudos semelhantes utilizaram um tamanho amostral reduzido, de cerca de 15 indivíduos, para obter o efeito esperado, apesar de utilizarem outros parâmetros de avaliação da recuperação (Harms-Ringdahl, Jenssen, & Hagdoost, 2012; Tsitsimpikou et al. 2013). O estudo, com amostra selecionada por conveniência, ficou assim limitado a 19 atletas interessados em participarem no estudo, tendo sido divididos em dois grupos: grupo controlo (rotina alimentar normal) e grupo de intervenção (rotina alimentar normal, com a adição da ingestão de um sumo de tomate comercial depois de todos os treinos).

2.2 Variáveis

A variável independente correspondeu à ingestão de uma bebida de sumo de Tomate (marca: *Compal Veggie Tomate*), e as variáveis dependentes, nas quais se pretendeu verificar efeito, compreendeu a frequência cardíaca de repouso (bpm's); a pressão arterial de repouso (mmHg); e, por fim, o grau de percepção da recuperação, com recurso a uma avaliação subjetiva do indivíduo com a utilização do questionário RESTQP-Sport, reduzido e validado em português de Portugal (Leite & Rosado, 2012).

2.2.1 Variáveis de confundimento

O controlo das variáveis de confundimento assume uma enorme importância num estudo experimental. Foi tomada com relevância a rotina alimentar de cada indivíduo, analisada através de um diário alimentar semanal, em forma de inquérito em formato digital (pela plataforma *Google +*, enviado via *e-mail* a cada voluntário), para tentar eliminar possíveis vieses criadas através da alimentação ou suplementação dos atletas. Foi também controlada a faixa etária dos indivíduos do estudo, através dos critérios de inclusão durante o recrutamento; e caracterizada inicialmente a amostra, através de características antropométricas, nos dois grupos da investigação.

3. Procedimento para a recolha de dados

A recolha de dados foi executada por uma ordem sequencial, de acordo com a hora de chegada, entre as 6.15 e as 6.30 horas. Anteriormente à chegada dos participantes, prepararam-se os esfigmomanómetros digitais (AEG BMG 4907 automáticos) e a sala disponibilizada para o efeito da avaliação, nas condições ótimas para a manutenção do repouso pretendido. Os questionários foram fornecidos para posterior preenchimento após o treino, no início do estudo, a meio do tempo de intervenção e no final do mesmo.

Ao longo das 8 semanas de avaliação, os atletas ingeriram 150ml de sumo de tomate da Compal (*Compal Veggie Tomate*) imediatamente após o treino diário, de segunda-feira a sexta-feira. Segundo a literatura, a dose diária pós-treino para obtenção de efeito pretendido seria de 100ml de sumo de tomate, embora neste estudo tenha sido utilizada a dose de 150ml diários para compensar a dose de fim-de-semana em que os atletas não treinavam (perfazendo a mesma dose semanal). Os sumos (pacotes de 1L) foram mantidos num local fresco ao longo de toda a avaliação, e após

a sua abertura, utilizados até ao fim. Foram utilizados sumos de tomate da marca Compal (*Compal Veggie Tomate*) todos do mesmo lote.

Numa primeira fase, os participantes leram e assinaram o consentimento informado devidamente esclarecido (Anexo II), e no caso de menores, a autorização foi efetuada pelo pai/mãe ou tutor legal. Posteriormente realizou-se a recolha dos parâmetros antropométricos para caracterização da população em estudo. Foram realizadas medições da FC de repouso, PA de repouso, antes do treino, e o grau de perceção da recuperação, através da aplicação de um questionário de recuperação (RESTQP-Sport) (Anexo VI), logo após a sessão de treino. As medições da FC de repouso e PA de repouso realizaram-se em 9 momentos (no final de cada semana), apesar de apenas terem sido utilizados para análise 3 tempos diferentes ao longo do período de intervenção do estudo (no início (T0), passado 4 semanas (T1) e passado 8 semanas (T2)) (Figura 3). O RESTQP-Sport só foi aplicado nos 3 momentos referidos anteriormente, no fim da primeira semana, da quarta semana e da oitava semana de estudo, depois do treino da manhã de Sábado (7.45 horas).

O organograma do ensaio experimental encontra-se representado na figura seguinte:

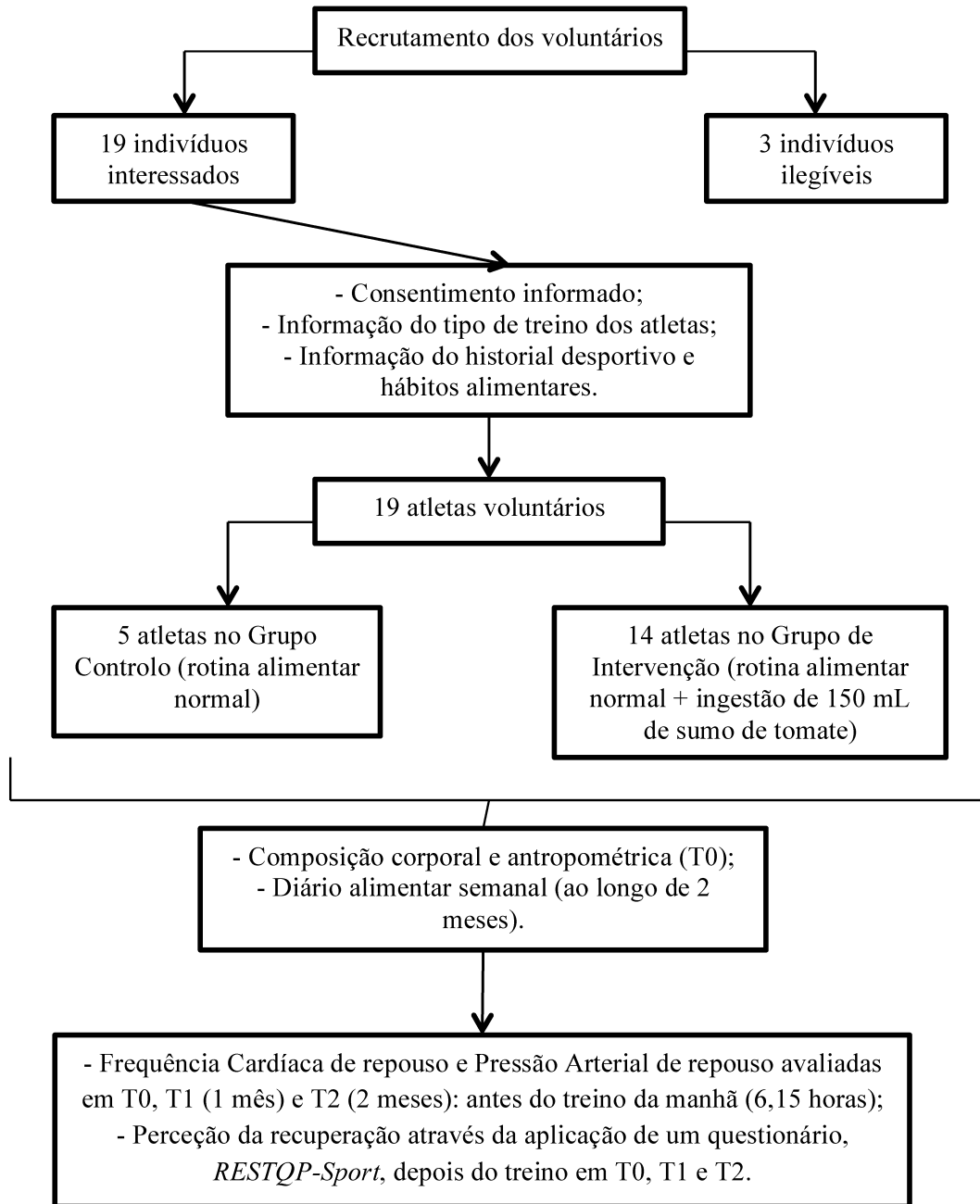


Figura 3: Organograma do ensaio experimental. Foram incluídos 19 indivíduos, recolheram-se informações sobre o tipo de treino dos atletas, o historial desportivo e hábitos alimentares. Destes 19 indivíduos, 5 foram incluídos no Grupo Controlo (GC) e 14 no Grupo de Intervenção (GI). A distribuição pelos dois grupos teve em consideração a apreciação da ingestão do sumo de tomate (mantendo a rotina alimentar normal). Recolheram-se dados da composição corporal e antropométrica no início do estudo, e foi proposta a realização de um diário alimentar semanal ao longo das 8 semanas de avaliação. Os participantes do Grupo de Intervenção ingeriram 150ml de sumo de tomate da *Compal*, todos os dias da semana, depois do treino. No início do estudo, em T1 (passado 4 semanas) e em T2 (passado 8 semanas) foram avaliadas a FC de repouso, a PA de repouso, e o grau de percepção da recuperação através da aplicação de um questionário (*RESTQP-Sport*) (Leite & Rosado, 2012).

4. Instrumentos de recolha de dados

Os instrumentos de recolha de dados consistiram no preenchimento de um questionário de recuperação, de administração direta pelos voluntários do estudo, tal como no preenchimento de um diário alimentar semanal, a partir de um inquérito no *Google +* (enviado a todos os indivíduos por *e-mail*). Para além desses inquéritos realizou-se uma avaliação antropométrica inicial e a medição de parâmetros cardiovasculares em repouso (FC de repouso e PA de repouso).

4.1 Parâmetros antropométricos

A avaliação dos dados antropométricos foi realizada com recurso a um aparelho de bioimpedância (balança *Tanita BC 545*), através da passagem de uma corrente alternada de baixa frequência, indolor e totalmente segura (Pokorski, 2015), de acordo com a metodologia preconizada, e os dados recolhidos foram posteriormente anotados num formulário efetuado para o efeito. Os voluntários colocaram-se descalços na balança e pegaram em dois manípulos, mantendo-se posteriormente na posição vertical e ereta. A altura foi medida com o indivíduo posicionado verticalmente, pés juntos, braços ao longo do corpo e cabeça respeitando o plano de *Frankfurt*. A craveira de estadiómetro foi descida lentamente até estar em contacto com o topo da cabeça, com registo da altura em metros, arredondada aos milímetros. Para a análise da composição corporal foram seguidas as seguintes recomendações: 1) limpeza total da água existente no corpo após treino aquático; 2) foram retirados todos os objetos metálicos em contacto com a superfície do corpo, como pulseiras, relógios e anéis; 3) os indivíduos foram medidos descalços, na posição vertical sem movimento. A balança fornece vários parâmetros de avaliação, mas para o estudo, para caracterização da população, foram considerados os valores de peso (kg), índice de massa corporal (IMC), massa gorda (kg), massa muscular esquelética (ou, massa magra) (kg) e água corporal total (%).

4.2 Questionário RESTQP-Sport e Diário alimentar semanal

Utilizou-se a versão reduzida do RESTQ-Sport, o RESTQ-Sport de Leite e Rosado (2012), por apresentar bons níveis de fidelidade, validade fatorial, concorrente, preditiva e cruzada, principalmente no contexto desportivo. O RESTQ-Sport foi validado com uma amostra de desporto individual (natação pura desportiva), esperando-se por parte dos autores que nesta modalidade a versão possa ser mais

facilmente utilizada (Leite & Rosado, 2012). O questionário RESTQP-Sport permitiu, a partir de uma série sistemática de questões fechadas, baseadas em parâmetros de stress e recuperação desportiva, um registo do potencial grau de percepção de recuperação do atleta nos últimos 3 dias/noites. O questionário foi realizado de modo voluntário e direto, logo após o treino, em T0, T1 e T2. Este instrumento psicométrico foi auto-aplicado após o treino da manhã dos sábados, em T0, T1 e T2, ou seja, no início do estudo, um mês depois e no final do estudo, respetivamente. É um questionário que está dividido em dois módulos: a área do stress e a área da recuperação (Kallus & Kellmann, 2016), encontrando-se validado na Língua Portuguesa (Costa & Samulski, 2005) e sendo os itens do instrumento respondidos utilizando-se uma escala de Likert de sete pontos, que varia de 0-nunca a 6-sempre. A avaliação da dimensão da recuperação envolve a análise de comportamentos que afetam as necessidades fisiológicas, psicológicas, comportamentais, sociais e ambientais seguidas de uma carga de treino (Leite & Rosado, 2012). O grau de percepção da recuperação calcula-se através das pontuações das questões do questionário relativas ao domínio da recuperação, em junção com as pontuações das questões do domínio do stress. Perceciona-se uma recuperação elevada quando ocorre um aumento das pontuações da recuperação e consequente diminuição das pontuações do stress.

O **diário alimentar semanal** foi realizado com o intuito de eliminar possíveis vieses existentes durante o estudo, a nível de FC de repouso e PA de repouso, e controlar a própria alimentação dos atletas, principalmente a riqueza de consumo de alimentos antioxidantes. É considerado um método indireto de avaliação do estado nutricional do indivíduo e apresenta resultados que permitem investigar os determinantes da situação de nutrição e alimentação da população em estudo (WHO, 1998). Durante a fase de estudo, cerca de 2 meses, os atletas foram informados que deveriam manter a normal rotina alimentar e não iniciar nenhum suplemento alimentar e/ou desportivo durante a intervenção. Foram realizados diários alimentares semanais a todos os atletas em estudo, através de um inquérito via *online* na plataforma *Google +* acedido com a utilização de uma hiperligação enviada por e-mail, em que os voluntários tinham que indicar a sua rotina alimentar, na íntegra, de três dias não consecutivos. Em geral utilizam-se 3 dias do registo para caracterizar o consumo usual aproximado de energia e macronutrientes, uma vez que a motivação do participante tende a reduzir com o aumento deste número, especialmente se forem

consecutivos (Gersovitz, Madden, & Smiciklas-Wright, 1978). Segundo Willet (1998) a aplicação deste inquérito deve ser realizada preferencialmente em dias alternados, abrangendo um dia do fim-de-semana (Willet, 1998). A página de entrada do inquérito *online* continha informação acerca da segurança e confidencialidade das respostas, bem como instruções de preenchimento para a padronização dos procedimentos. Neste inquérito era informado ao atleta a existência de questões não respondidas, antes de passar à página seguinte, e no final, antes de sair da aplicação. O participante também tinha a opção de voltar à questão anterior e alterar as respostas caso quisesse.

4.3 Frequência cardíaca de repouso e Pressão arterial de repouso

As medições da frequência cardíaca (FC) de repouso e da pressão arterial (PA) de repouso foram realizadas com recurso a dois esfigmomanómetros digitais validados (AEG BMG 4907 automático), constituídos por um manguito e um monitor de pressão. Cada atleta voluntário estabeleceu a posição sentada, com os pés assentes no chão e com o braço esquerdo relaxado sobre uma mesa, à altura do coração e livre de roupas. Colocou-se o manguito, sem deixar folgas, 2 a 3 cm acima da região cubital, com a palma da mão voltada para cima e o cotovelo ligeiramente fletido. De seguida pressionou-se o botão “*Start*” e iniciou-se a medição, tendo sido disponibilizados os valores de FC (representado pela palavra “pulso” no aparelho), PA sistólica e PA diastólica. Os valores de FC e da PA (sistólica e diastólica), em repouso, foram anotados num formulário previamente elaborado (Anexo III e Anexo IV, respetivamente). Os valores foram analisados de acordo com a categoria atlética para os valores normais em repouso de FC e PA. Os atletas voluntários foram avaliados em 9 momentos, no final de cada semana, antes do treino da manhã e após 10 minutos de repouso total, numa sala disponibilizada para o efeito (silenciosa e escura, sem nenhum fator de confundimento), desde T0 até T2. Os resultados foram posteriormente anotados numa tabela juntamente com as médias dos parâmetros hemodinâmicos e antropométricos dos grupos. Contudo, sendo o objetivo do estudo apenas a comparação dos resultados em 3 tempos, somente os resultados dos momentos T0, T1 e T2 foram analisados estatisticamente. Os outros momentos foram considerados momentos intermédios e serviram para verificar a possível existência de vieses tal como para despistar alguma alteração fisiológica significativa que pudesse ser detetada por via da análise dos parâmetros cardíacos considerados.

5. Análise estatística

A análise estatística dos dados foi realizada com recurso ao programa informático *SPSS (Statistical Package for Social Sciences)*, versão 21.0. Relativamente à análise descritiva das variáveis considerou-se a determinação do valor médio, desvio-padrão (DP), mínimo e máximo para variáveis de natureza contínua. Para variáveis de natureza categórica aplicou-se a análise da frequência absoluta e a frequência relativa (%). O teste de *Shapiro-Wilk* foi utilizado para verificar a normalidade das distribuições das variáveis e o teste *t-Student* para comparar médias de amostras independentes, para variáveis com distribuição normal. Utilizou-se o teste de ANOVA de medições repetidas do tipo misto, em grupos independentes, para comparar os valores médios de FC de repouso e PA de repouso (pressão arterial sistólica e pressão arterial diastólica) em T0, T1 e T2, e verificar se existiam diferenças estatisticamente significativas dos valores médios desses parâmetros entre os grupos e ao longo do tempo.

Para avaliar a percepção da recuperação através do questionário *RESTQP-Sport*, usou-se inicialmente o teste *Keiser-Meyer-Olkin (KMO)* para avaliar a necessidade de uma abordagem multivariada dos dados. Realizou-se uma validação das questões do questionário, utilizando para o efeito a correlação *anti-imagem*, obtida por análise fatorial das variáveis (questões do questionário), ao longo do tempo. Os valores encontrados no gráfico da correlação *anti-imagem*, ao longo do tempo, em T0, T1 e T2, permitiu seleccionar as variáveis a serem utilizadas. Em concordância com as questões do questionário semelhantes ao longo dos 3 momentos na correlação *anti-imagem*, extraíram-se 4 variáveis (questões pertencentes ao domínio de stress e da recuperação) para serem analisadas no estudo. De seguida, para verificar alterações ao longo do tempo e nos dois grupos, foi utilizado o teste de ANOVA de medições repetidas do tipo misto, em grupos independentes.

Os valores foram todos expressos como valor médio \pm DP.

Todos os procedimentos de inferência estatística foram aplicados a um nível de significância de 5%.

IV – RESULTADOS

A. Caracterização do alimento em estudo

1. Análise química

1.1 Determinação do teor em fenóis totais

Verificou-se que o sumo analisado possui uma quantidade apreciável de fenóis totais. A fração lipofílica apresenta resultados de $420,2 \pm 8,7$ mg EAG/L) e a fração hidrofílica de $145,0 \pm 8,0$ mg EAG/L (tabela 1).

Tabela 1: Conteúdo de fenóis totais, em mg/L equivalente de ácido gálico (EAG), na fração hidrofílica e na fração lipofílica de uma amostra de sumo de tomate comercial.

Fenóis totais (mg/L EAG) \pm SEM		
Sumo de Tomate Comercial	Fração hidrofílica ¹	Fração lipofílica ²
	$145,0 \pm 8,0$	$420,2 \pm 8,7$

¹ Valor médio da absorvância de 5 amostras diluídas 1:4 (analisadas em triplicado).

² Valor médio da absorvância de 4 amostras diluídas 1:4 (analisadas em triplicado).

1.2 Determinação da atividade antioxidante

1.2.1 Método *FRAP*

A fração lipofílica manifestou um poder de redução do ião férrico de $3090,2 \pm 171,9$ mg Trolox/L. Já a fração hidrofílica mostrou um valor de $1400,7 \pm 70,6$ mg Trolox/L (tabela 2).

Tabela 2: Atividade antioxidante das frações hidro e lipofílicas do sumo de tomate comercial caracterizadas através do teste *FRAP* e expressas em μ g ET/L equivalente de trolox (ET).

<i>FRAP</i> (μ g ET/L) \pm SEM		
Sumo de Tomate Comercial	Fração hidrofílica ¹	Fração lipofílica ¹
	$1400,7 \pm 70,6$	$3090,2 \pm 171,9$

¹ Valor médio da absorvância de 5 amostras diluídas 1:4 (analisadas em triplicado).

1.2.2 Método *DPPH*

A fração lipofílica da amostra de sumo de tomate apresentou capacidade em inibir o radical estável *DPPH*, com um valor de $3819,4 \mu$ g ET/L, enquanto a fração hidrofílica apresentou o valor de $2326,4 \mu$ g ET/L (tabela 3).

Tabela 3: Atividade antioxidante das frações hidro e lipofílicas do sumo de tomate comercial caracterizadas através do teste *DPPH* e expressas em μ g ET/L equivalente de trolox (ET).

<i>DPPH</i> (μ g ET/L) \pm SEM		
Sumo de Tomate Comercial	Fração hidrofílica ¹	Fração lipofílica ¹
	$2326,4 \pm 173,5$	$3819,4 \pm 377,9$

¹ Valor médio da absorvância de 2 amostras diluídas 1:9 (analisadas em triplicado).

B. Estudo de Intervenção

1. Caracterização da amostra

1.1 Caracterização sócio-demográfica

A amostra foi constituída por 19 indivíduos, com o sexo feminino em prevalência (N=11, 58%). Todos os atletas eram saudáveis e pertenciam à equipa de natação de competição do Sporting Clube de Portugal (figura 4).

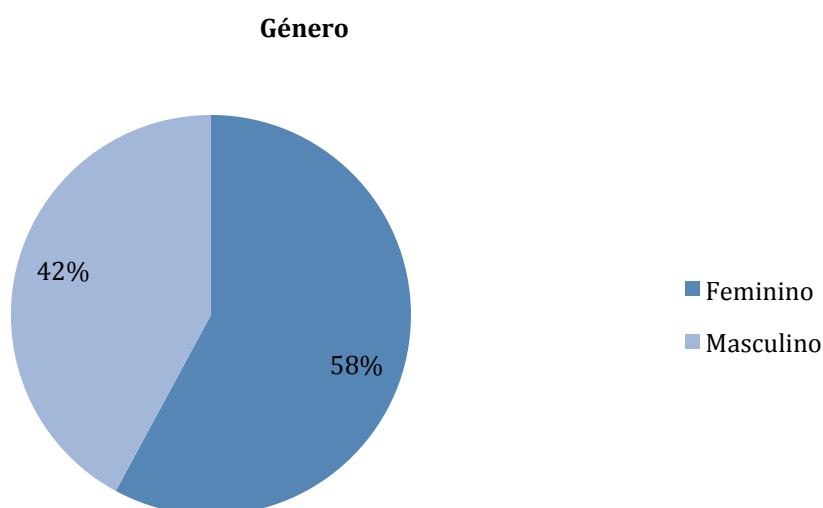


Figura 4: Distribuição da amostra por género.

Os participantes apresentaram idades compreendidas entre os 15 e os 26 anos, sendo a média das idades de $18,16 \pm 3,06$ anos. Entre os grupos verifica-se uma média de idades de $18,6 \pm 3,30$ anos no GI e $17,2 \pm 2,28$ anos no GC (Tabela 4).

Tabela 4: Distribuição da idade (anos) da amostra, e entre os Grupos: Grupo Controlo e Grupo de Intervenção.

	Mínimo ¹	Máximo ¹	Valor Médio (DP) ¹
Amostra	15	26	18,16 (±3,06)
GI (n=14)	16	26	18,6 (±3,30)
GC (n=5)	15	21	17,2 (±2,28)

¹ Os valores são expressos com o valor mínimo, o valor máximo, a média e o desvio-padrão.

Na figura seguinte constata-se uma maior frequência absoluta na faixa etária entre os 15 anos e os 19 anos, na amostra (figura 5).

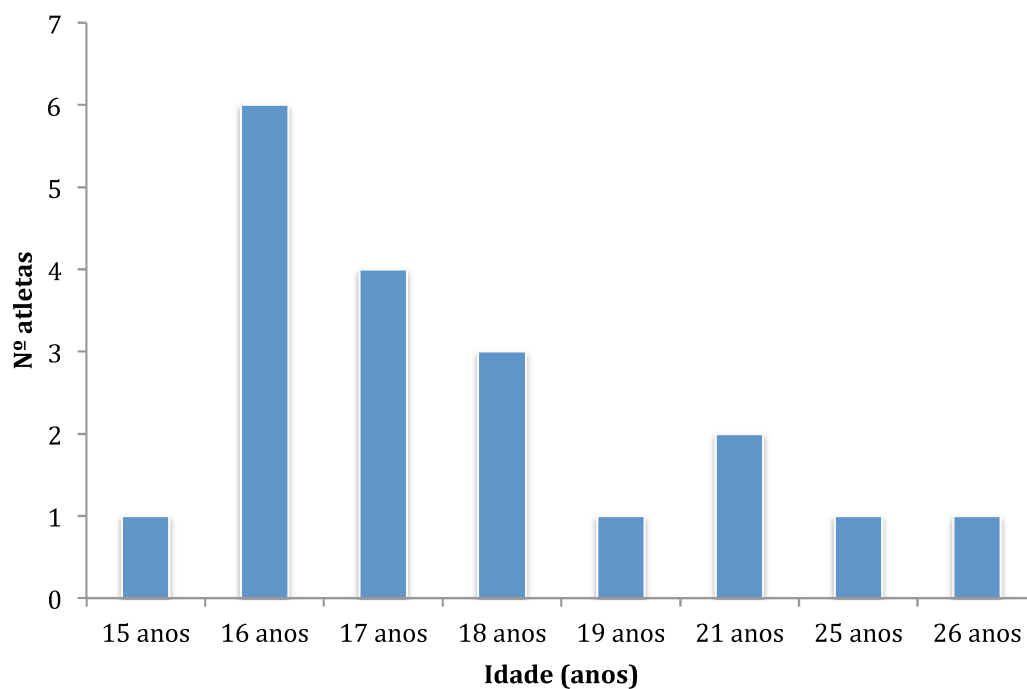


Figura 5: Distribuição da amostra por idade (anos).

2. Caracterização de parâmetros antropométricos

A avaliação dos parâmetros antropométricos encontra-se descrita na tabela 5.

Tabela 5: Parâmetros antropométricos

	Grupo Controlo	Grupo de Intervenção	
	Valor médio (DP) ¹	Valor médio (DP) ¹	P ³
Altura (cm)²	169,40 (±10,14)	173,79 (±7,85)	0,333
Peso (kg)²	63,90 (±8,81)	63,35 (±6,94)	0,889
MM (%)²	73,84 (±4,85)	79,14 (±7,74)	0,174
MG (%)²	22,21 (±5,08)	16,68 (±8,14)	0,177
% água²	54,02 (±2,54)	59,54 (±5,06)	0,034
IMC (kg/m²)²	22,20 (±1,02)	20,92 (±1,57)	0,112

¹ Os valores são expressos como o valor médio (desvio-padrão).

² Altura (cm); Peso (Kg); MM: Massa Magra (%); MG: Massa Gorda (%); % água; IMC: Índice de massa corporal (Kg/m²).

³ Teste *t-student* para avaliar a existência de diferenças nos dois grupos.

Verificou-se uma diferença significativa entre grupos apenas num único parâmetro: água corporal total (representado por % água). Este apresenta um $p=0,034$, enquanto todos os restantes parâmetros antropométricos as diferenças observadas são meramente algébricas e sem significado estatístico (com $p>0,05$). A nível dos grupos em estudo, esta % água apresenta um valor superior no GI em comparação com o GC.

3. Caracterização de rotina alimentar antioxidante

A rotina alimentar foi obtida todas as semanas através de um inquérito “Diário Alimentar Semanal”, usando-se para tal dois dias da semana e um dia do fim-de-semana à escolha pelo inquirido. Estabeleceu-se como foco, a nível de resultados, a rotina alimentar rica em antioxidantes, não só através da alimentação, como através de outros meios de obtenção desses mesmos antioxidantes: suplementação alimentar ou suplementação desportiva. Este inquérito funcionou como “apoio” para eliminação de possíveis vieses ao longo do estudo.

De acordo com o inquérito, e relativamente às questões aplicadas, obtiveram-se os seguintes resultados:

3.1 “Consumo de tomate ou derivados de tomate na última semana?”

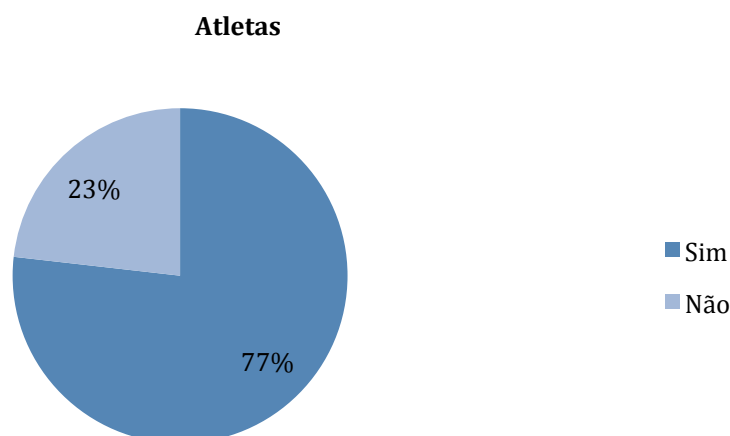


Figura 6: Percentagem de atletas que consumiram tomate ou derivados de tomate por semana, em média.

Os resultados obtidos confirmaram, em média, um consumo de tomate ou derivados de tomate por semana na maior parte dos atletas (76,8%).

3.2 “Se sim, quantas vezes ao longo da semana?”

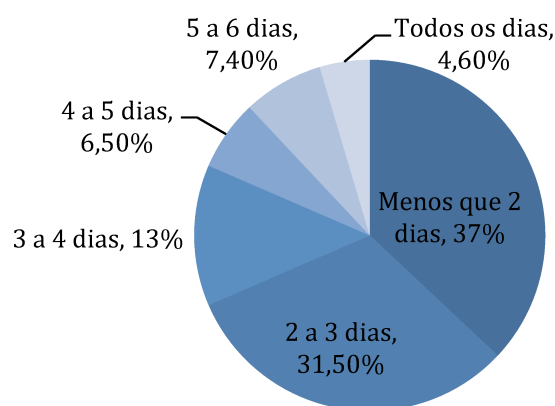


Figura 7: Percentagem de dias por semana de consumo de tomate ou derivados de tomate.

De acordo com o gráfico (figura 7) obtém-se como resultados com maior percentagem, as respostas “menos que 2 dias” (37%) ou de “2 a 3 dias” (31,5%) de consumo de tomate ou derivados de tomate por semana, ao longo do estudo.

3.3 “E que tipo de produtos de tomate?”

O tipo de produto de tomate consumido ao longo do estudo, mais comum, foram os refogados de tomate (55,80%) e, de seguida, surge o tomate fresco/cru (38,50%), a polpa de tomate (36,50%) e o sumo de tomate (36,50%), da *Compal*, com os valores mais representativos a nível percentual.

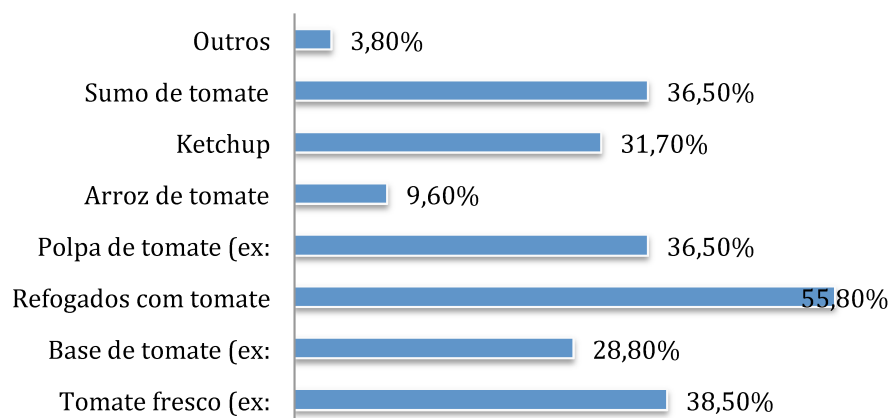


Figura 8: Percentagem dos tipos de produtos de tomate consumidos por semana pelos atletas.

4. Caracterização de suplementação desportiva e/ou alimentar

No inquérito “Diário Alimentar Semanal” os atletas tiveram que reportar, simultaneamente à parte alimentar, o consumo de suplementação desportiva e/ou alimentar que fazia parte da sua rotina. Foram todos, sem exceção, informados que não deveriam iniciar nenhum suplemento alimentar e/ou desportivo durante a intervenção.

De acordo com o inquérito, e relativamente às questões aplicadas, obtiveram-se os seguintes resultados:

4.1 “Tomas algum suplemento desportivo?”

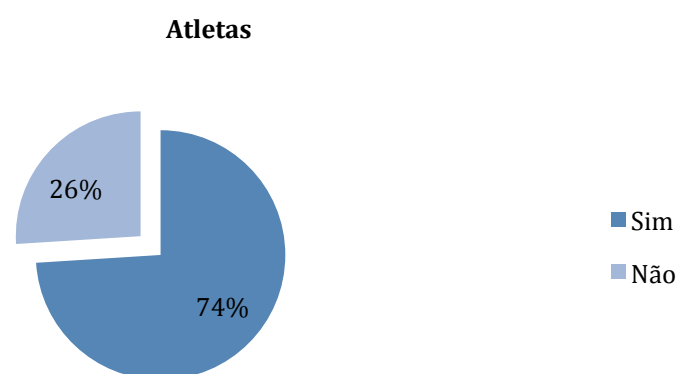


Figura 9: Gráfico representativo da percentagem de atletas suplementados e não suplementados durante o estudo.

Segundo as respostas obtidas no inquérito alimentar, observou-se a existência de rotina suplementar em alguns atletas em análise (N=14 atletas, 73,68%), em comparação com aqueles que não se encontravam a tomar nenhum suplementação desportiva (N=5 atletas, 26,32%).

Dividindo por GC (tabela 6) e GI (tabela 7), obtêm-se os seguintes resultados de frequência absoluta e frequência relativa:

Tabela 6: Frequência Absoluta e Frequência Relativa de atletas suplementados e não suplementados do Grupo Controlo (N=5).

Grupo Controlo (5 atletas)	Frequência Absoluta		Frequência Relativa
	Suplementados	4	80%
	Não Suplementados	1	20%

Tabela 7: Frequência absoluta e frequência relativa de atletas suplementados e não suplementados do Grupo de Intervenção (N=14).

Grupo de Intervenção (14 atletas)	Frequência Absoluta		Frequência Relativa
	Suplementados	10	71,43%
	Não Suplementados	4	28,57%

Verifica-se uma frequência relativa superior de atletas suplementados, tanto no GC como no GI, em comparação com os não suplementados.

4.2 “Se sim, qual/quais o(s) suplemento(s) ingeridos?”

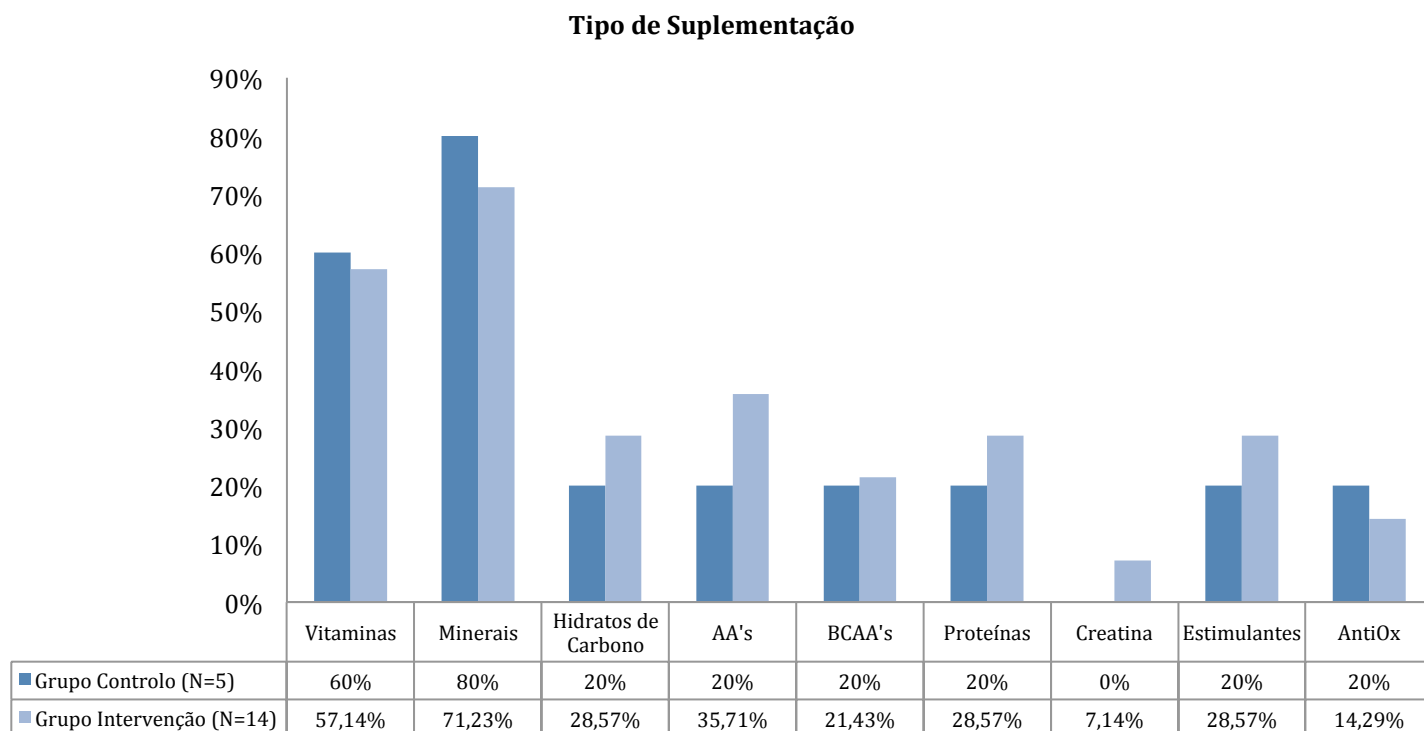


Figura 10: Resultados do tipo de suplementação desportiva e/ou alimentar existente no GC e no GI, apresentados na forma percentual.

De acordo com a figura 10 observa-se, no geral, um consumo superior de minerais e vitaminas, relativamente a outros suplementos. Verifica-se também que os atletas do GC administram uma maior quantidade de vitaminas (60%), minerais (80%) e antioxidantes (20%) como suplemento em comparação com os atletas do GI (57,14%, 71,23% e 14,29%, respetivamente). Os atletas que consumiam sumo de tomate todos os dias no fim do treino ao longo do estudo (GI) encontravam-se mais suplementados com suplementos ricos em hidratos de carbono (28,57%), aminoácidos (35,71%), aminoácidos de cadeia ramificada (21,43%), proteínas (28,57%), creatina (7,14%) e alguns tipos de estimulantes (14,29%), comparando com os do GC.

Contudo, é de referir que as diferenças apresentadas são meramente numéricas, não se verificando diferenças estatisticamente significativas entre grupos.

5. Níveis de Frequência Cardíaca (FC) de repouso

Os resultados da FC de repouso, ao longo do tempo (no início, passado 4 semanas e passado 8 semanas), e nos dois grupos em estudo, estão representados nas tabelas seguintes (8, 9 e 10). Uma taxa cardíaca normal para os atletas em estado de repouso é cerca de 50-60, ou menos, batimentos cardíacos por minuto (Clover, 2015).

Tabela 8: Valores médios da Frequência Cardíaca de repouso em T0, T1 e T2.

	FC de repouso		
	T0	T1	T2 ²
	Valor Médio (DP) ¹	Valor Médio (DP) ¹	Valor Médio (DP) ¹
Grupo I	65,9 (±14,81)	61,6 (±16,63)	56,8 (±11,44)
Grupo C	70,6 (±14,31)	71,8 (±4,55)	63,6 (±8,20)

¹ Os valores são expressos como o valor médio (desvio-padrão)

² Inexistência de dados de dois voluntários no Grupo de Intervenção (GI) em T2 devido a abandono da atividade desportiva, e, por sua vez, do estudo.

Na ANOVA de medições repetidas do tipo misto, e em função do resultado do teste de esfericidade de *Mauchly*, foi assumida esfericidade, com $p=0,274$.

Tabela 9: Resultados da ANOVA de medições repetidas do tipo misto para verificar a diferença ao longo do tempo (*factor 1*) e entre os grupos ao longo do tempo (*factor 1 * Sem0eCom1Sumo*).

Tests of Within-Subjects Effects								
Measure: FC de repouso								
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Noncent. Parameter	Observed Power ^a
factor1	Sphericity Assumed	531,114	2	265,557	4,880	,015	9,760	,762
	Greenhouse-Geisser	531,114	1,711	310,381	4,880	,020	8,350	,711
	Huynh-Feldt	531,114	2,000	265,557	4,880	,015	9,760	,762
	Lower-bound	531,114	1,000	531,114	4,880	,043	4,880	,543
factor1 * Sem0eCom1Sumo	Sphericity Assumed	44,996	2	22,498	,413	,665	,827	,111
	Greenhouse-Geisser	44,996	1,711	26,296	,413	,634	,707	,106
	Huynh-Feldt	44,996	2,000	22,498	,413	,665	,827	,111
	Lower-bound	44,996	1,000	44,996	,413	,530	,413	,093
Error(factor1)	Sphericity Assumed	1632,533	30	54,418				
	Greenhouse-Geisser	1632,533	25,667	63,603				
	Huynh-Feldt	1632,533	30,000	54,418				
	Lower-bound	1632,533	15,000	108,836				

a. Computed using alpha =

Tabela 10: Resultados da ANOVA de medições repetidas do tipo misto para verificar a diferença entre grupos (*Sem0eCom1Sumo*).

Tests of Between-Subjects Effects							
Measure: FC de repouso							
Transformed Variable: Average							
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Noncent. Parameter	Observed Power ^a
Intercept	179630,074	1	179630,074	389,442	,000	389,442	1,000
Sem0eCom1Sumo	531,250	1	531,250	1,152	,300	1,152	,171
Error	6918,750	15	461,250				

a. Computed using alpha =

Constata-se uma diferença significativa de FC de repouso ($p=0,015$) ao longo do tempo, ao contrário do que se verifica entre os grupos ($p=0,300$), e entre os grupos ao longo do tempo ($p=0,665$), em que não ocorre nenhuma diferença estatística entre os resultados.

Segundo as comparações múltiplas 2 a 2, para o tempo, esta diferença significativa de FC de repouso, existe entre T0 e T2, nos dois grupos, com $p=0,017$. Verifica-se uma diminuição significativa da média de valores obtidos, com valores de 65,9 bpm's para 56,8 bpm's no GI, e de 70,6 bpm's para 63,6 bpm's no GC (tabela 8).

A figura seguinte (figura 11) representa a distribuição dos resultados ao longo do tempo, nos dois grupos em estudo:

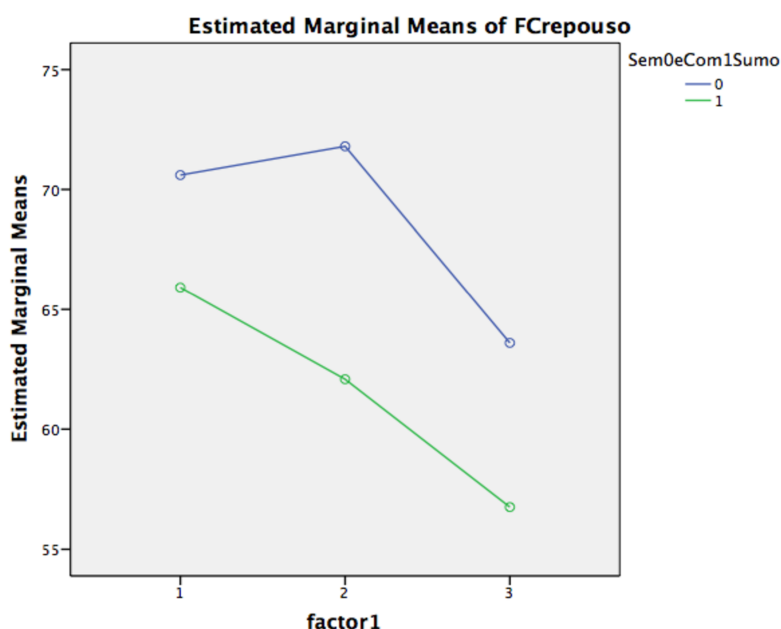


Figura 11: Gráfico da distribuição dos resultados da Frequência Cardíaca de repouso ao longo do tempo (T0, T1 e T2) nos dois grupos (Grupo Controlo=0 e Grupo de Intervenção=1).

Na distribuição dos resultados ao longo do tempo (figura 11), a nível da FC de repouso, não existe interação (intervenção*tempo) significativa, como se verifica pelo resultado da tabela 9, com $p=0,665$ ($factor1 * Sem0eCom1Sumo$).

6. Níveis de Pressão arterial (PA) de repouso

6.1 Níveis de PA diastólica

Os resultados da PA de repouso, referentes à PA diastólica, são apresentados nas seguintes tabelas (11, 12 e 13), ao longo do estudo (no início, passado 4 semanas e passado 8 semanas), nos dois grupos em estudo. O valor de referência de PA diastólica de repouso é: 80 mmHg (Clover, 2015).

Tabela 11: Valores médios da Pressão Arterial diastólica de repouso em T0, T1 e T2.

	PA diastólica		
	T0	T1	T2 ²
	Valor Médio (DP) ¹	Valor Médio (DP) ¹	Valor Médio (DP) ¹
Grupo I	65,9 (±6,53)	65,9 (±11,29)	61,5 (±3,48)
Grupo C	78,2 (±17,34)	68,0 (±11,14)	62,0 (±3,32)

¹ Os valores são expressos como o valor médio (desvio-padrão).

² Inexistência de dados de dois voluntários no Grupo de Intervenção em T2 devido a abandono da atividade desportiva, e, por sua vez, do estudo.

Na ANOVA de medições repetidas do tipo misto, e em função do resultado do teste de esfericidade de *Mauchly*, foi assumida esfericidade, com $p=0,295$.

Tabela 12: Resultados da ANOVA de medições repetidas do tipo misto para verificar a diferença ao longo do tempo (*factor 1*) e entre os grupos ao longo do tempo (*factor 1 * Sem0eCom1Sumo*).

Tests of Within-Subjects Effects								
Measure: PA diastólica de repouso								
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Noncent. Parameter	Observed Power ^a
factor1	Sphericity Assumed	728,110	2	364,055	4,402	,021	8,804	,715
	Greenhouse-Geisser	728,110	1,724	422,247	4,402	,027	7,590	,666
	Huynh-Feldt	728,110	2,000	364,055	4,402	,021	8,804	,715
	Lower-bound	728,110	1,000	728,110	4,402	,053	4,402	,501
	Sphericity Assumed	321,287	2	160,643	1,942	,161	3,885	,370
factor1 * Sem0eCom1Sumo	Greenhouse-Geisser	321,287	1,724	186,321	1,942	,168	3,349	,341
	Huynh-Feldt	321,287	2,000	160,643	1,942	,161	3,885	,370
	Lower-bound	321,287	1,000	321,287	1,942	,184	1,942	,257
	Sphericity Assumed	2481,144	30	82,705				
	Greenhouse-Geisser	2481,144	25,866	95,925				
Error(factor1)	Huynh-Feldt	2481,144	30,000	82,705				
	Lower-bound	2481,144	15,000	165,410				

a. Computed using alpha =

Tabela 13: Resultados da ANOVA de medições repetidas do tipo misto para verificar a diferença entre grupos (*Sem0eCom1Sumo*).

Tests of Between-Subjects Effects							
Measure: PA diastólica de repouso							
Transformed Variable: Average							
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Noncent. Parameter	Observed Power ^a
Intercept	189996,256	1	189996,256	1857,259	,000	1857,259	1,000
Sem0eCom1Sumo	248,492	1	248,492	2,429	,140	2,429	,309
Error	1534,489	15	102,299				

a. Computed using alpha =

Verifica-se uma diferença significativa de PA diastólica de repouso ao longo do tempo ($p=0,021$). Em termos de diferenças entre os grupos de intervenção e grupo controlo e entre os grupos ao longo do tempo não existe diferença significativa nos resultados obtidos ($p=0,140$ e $p=0,161$ respetivamente).

Segundo as comparações múltiplas 2 a 2, para o tempo, esta diferença significativa de PA diastólica de repouso existe entre T0 e T2, nos dois grupos, com $p=0,014$. Verifica-se uma diminuição significativa da média de valores obtidos, com valores de 65,9 mmHg para 61,5 mmHg no GI, e de 78,2 mmHg para 62,0 mmHg no GC (tabela 11).

A figura seguinte (figura 12) representa a distribuição dos resultados ao longo do tempo, nos dois grupos em estudo:

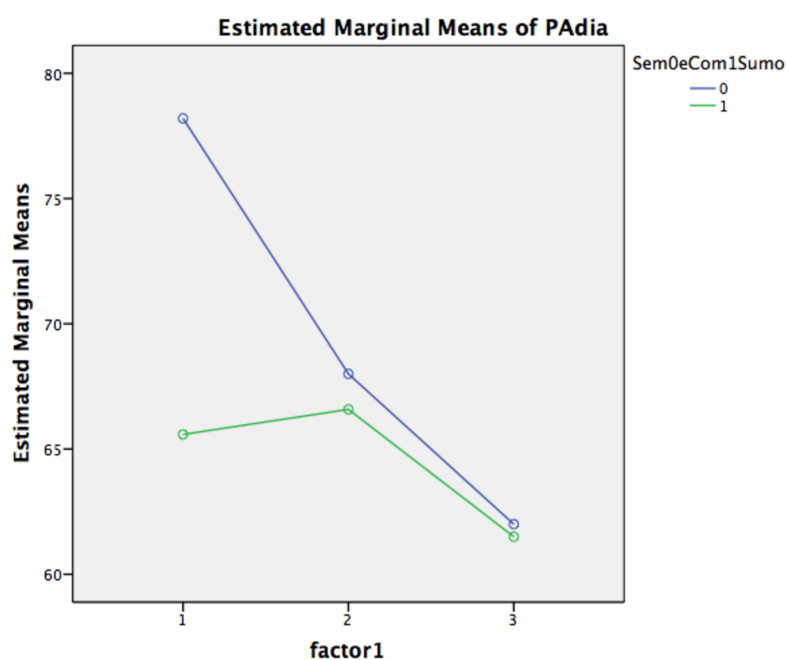


Figura 12: Gráfico da distribuição dos resultados da Pressão Arterial diastólica de repouso ao longo do tempo (T0, T1 e T2) nos dois grupos (Grupo Controlo=0 e Grupo de Intervenção=1).

Na distribuição dos resultados ao longo do tempo (figura 12), a nível da PA diastólica de repouso, não existe interação (intervenção*tempo) significativa ao longo do tempo, como se verifica pelo resultado da tabela 12, com $p=0,161$ ($factor1*Sem0eCom1Sumo$).

6.2 Níveis de PA sistólica

Os resultados da PA de repouso, referentes à PA sistólica, são apresentados nas seguintes tabelas (14, 15 e 16), ao longo do estudo (no início, passado 4 semanas e passado 8 semanas), nos dois grupos em estudo. O valor ótimo de PA sistólica de repouso: 120 mmHg (Clover, 2015).

Tabela 14: Valores médios da Pressão Arterial sistólica de repouso em T0, T1 e T2.

	PA sistólica		
	T0	T1	T2 ²
	Valor Médio (DP) ¹	Valor Médio (DP) ¹	Valor Médio (DP) ¹
Grupo I	117,7 (±18,91)	110,4 (±13,14)	110,0 (±8,62)
Grupo C	122,8 (±34,42)	114,2 (±8,93)	111,8 (±7,46)

¹ Os valores são expressos como o valor médio (desvio-padrão)

² Inexistência de dados de dois voluntários no Grupo de Intervenção em T2 devido a abandono da atividade desportiva, e, por sua vez, do estudo

Na ANOVA de medições repetidas do tipo misto, e em função do resultado do teste de esfericidade de *Mauchly*, foi assumida esfericidade, com $p=0,05$.

Tabela 15: Resultados da ANOVA de medições repetidas do tipo misto para verificar a diferença ao longo do tempo (*factor 1*) e entre os grupos ao longo do tempo (*factor1*Sem0eCom1Sumo*).

Tests of Within-Subjects Effects								
Measure: PA sistólica de repouso								
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Noncent. Parameter	Observed Power ^a
factor1	Sphericity Assumed	534,720	2	267,360	1,440	,253	2,881	,284
	Greenhouse-Geisser	534,720	1,483	360,549	1,440	,254	2,136	,244
	Huynh-Feldt	534,720	1,717	311,378	1,440	,254	2,474	,262
	Lower-bound	534,720	1,000	534,720	1,440	,249	1,440	,203
	Sphericity Assumed	58,249	2	29,125	,157	,855	,314	,072
factor1 * Sem0eCom1Sumo	Greenhouse-Geisser	58,249	1,483	39,276	,157	,792	,233	,069
	Huynh-Feldt	58,249	1,717	33,920	,157	,824	,269	,071
	Lower-bound	58,249	1,000	58,249	,157	,698	,157	,066
	Sphericity Assumed	5568,300	30	185,610				
	Greenhouse-Geisser	5568,300	22,246	250,305				
Error(factor1)	Huynh-Feldt	5568,300	25,759	216,169				
	Lower-bound	5568,300	15,000	371,220				

a. Computed using alpha =

Tabela 16: Resultados da ANOVA de medições repetidas do tipo misto para verificar a diferença entre grupos (*Sem0eCom1Sumo*).

Tests of Between-Subjects Effects							
Measure: PA sistólica de repouso							
Transformed Variable: Average							
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Noncent. Parameter	Observed Power ^a
Intercept	553723,062	1	553723,062	2257,218	,000	2257,218	1,000
Sem0eCom1Sumo	156,944	1	156,944	,640	,436	,640	,116
Error	3679,683	15	245,312				

a. Computed using alpha =

De acordo com os resultados obtidos, não se verificam diferenças significativas nem entre os grupos ($p=0,436$), nem ao longo do tempo ($p=0,253$), nem entre os grupos ao longo do tempo ($p=0,855$). Os valores obtidos, como apresentam um $p>0,05$, não apresentam, desta forma, diferenças significativas.

A figura seguinte (figura 13) representa a distribuição dos resultados ao longo do tempo, nos dois grupos em estudo:

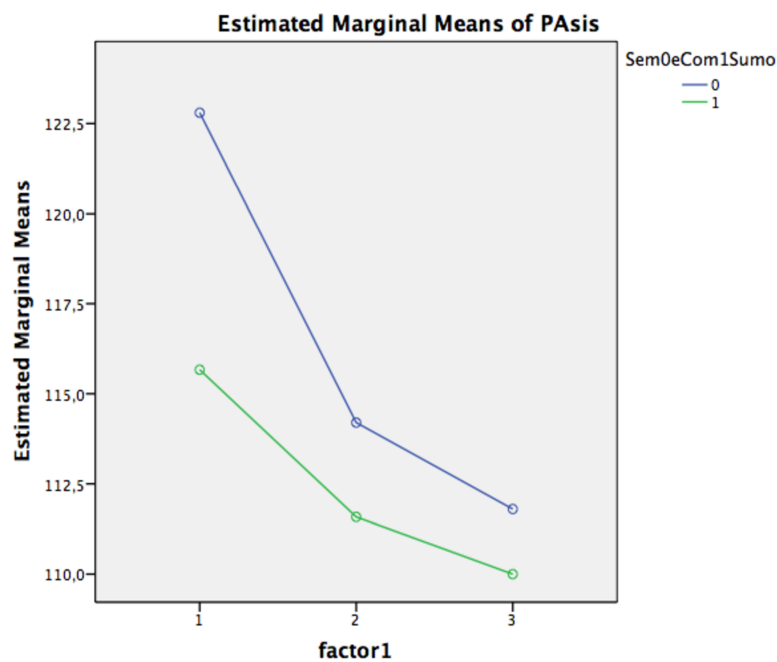


Figura 13: Gráfico da distribuição dos resultados da Pressão Arterial sistólica de repouso ao longo do tempo (T0, T1 e T2) nos dois grupos (Grupo Controlo=0 e Grupo de Intervenção=1).

Pela figura 13 verifica-se que a distribuição dos resultados ao longo do tempo, a nível da PA sistólica de repouso, não apresentou de modo estatístico uma interação (intervenção*tempo). Como constatado na tabela 15 não existe diferença significativa entre os grupos ao longo do tempo, com um valor de $p=0,855$ ($factor1*Sem0eCom1Sumo$).

7. Grau de Percepção da Recuperação - Questionário RESTQP-Sport

Decidiu-se validar estatisticamente as questões do questionário, em concordância com a dimensão da amostra estudada, ao longo dos 3 momentos, nos 2 grupos em análise. Pela amostra ser muito pequena para as variáveis existentes (27 questões), realizou-se uma análise fatorial às questões totais do questionário ao longo do tempo, tanto relativas ao domínio do stress como ao domínio da recuperação. A nível estatístico, pela análise de KMO (com valor a cima de 0,5 (KMO=0,516)), pós análise fatorial, optou-se por uma abordagem univariada dos dados, por se verificar a presença de variáveis consideradas independentes. De seguida, pela correlação *anti-imagem*, através da análise de componentes de extração ao longo dos 3 momentos (T0, T1, T2), selecionaram-se para serem utilizadas no estudo 4 variáveis, correspondentes às questões: Q4, Q16, Q17 e Q19. As questões mencionadas anteriormente apresentaram valores superiores a 0,5 na diagonal de correlação *anti-imagem* em T0, T1 e T2.

Os valores de Q4, Q16, Q17, e Q19, em T0, T1 e T2 foram anotados num formulário previamente elaborado (Anexo V).

7.1 Grau de Percepção da Recuperação: Questão 4 (V4 – variável 4)

Os resultados da Q4 “...eu estava morto de cansaço após o trabalho”, do domínio do stress, ao longo dos 3 momentos (T0, T1 e T2) e nos dois grupos em estudo (GI e GC), são representados nas seguintes tabelas (17, 18 e 19):

Tabela 17: Valores médios das respostas da Q4 do RESTQP-Sport em T0, T1 e T2.

	Q4 RESTQP-Sport		
	T0	T1 (4 semanas)	T2 (8 semanas)
	Valor Médio (DP) ¹	Valor Médio (DP) ¹	Valor Médio (DP) ¹
Grupo I	3,71 (±1,64)	3,29 (±1,68)	4 (±1,11)
Grupo C	3,6 (±0,55)	2,4 (±1,82)	2,8 (±1,64)

¹ Os valores são expressos como o valor médio (desvio-padrão)

Na ANOVA de medições repetidas do tipo misto, e em função do resultado do teste de esfericidade de *Mauchly*, foi assumida esfericidade, com $p=0,454$.

Tabela 18: Resultados da ANOVA de medições repetidas do tipo misto para verificar a diferença ao longo do tempo (*factor 1*) e entre os grupos ao longo do tempo (*factor 1 * Sem0eCom1Sumo*).

Tests of Within-Subjects Effects								
Measure: V4								
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Noncent. Parameter	Observed Power ^a
factor1	Sphericity Assumed	5,436	2	2,718	1,646	,210	3,292	,320
	Greenhouse-Geisser	5,436	1,807	3,008	1,646	,213	2,975	,302
	Huynh-Feldt	5,436	2,000	2,718	1,646	,210	3,292	,320
	Lower-bound	5,436	1,000	5,436	1,646	,219	1,646	,225
	Sphericity Assumed	3,397	2	1,698	1,028	,370	2,057	,212
factor1 * Sem0eCom1Sumo	Sphericity Assumed	3,397	1,807	1,879	1,028	,364	1,859	,203
	Greenhouse-Geisser	3,397	2,000	1,698	1,028	,370	2,057	,212
	Huynh-Feldt	3,397	1,000	3,397	1,028	,327	1,028	,158
	Lower-bound	49,544	30	1,651				
	Sphericity Assumed	49,544	27,110	1,828				
Error(factor1)	Greenhouse-Geisser	49,544	30,000	1,651				
	Huynh-Feldt	49,544	15,000	3,303				
	Lower-bound	49,544						

a. Computed using alpha =

Tabela 19: Resultados da ANOVA de medições repetidas do tipo misto, para verificar a diferença entre grupos (*Sem0eCom1Sumo*).

Tests of Between-Subjects Effects							
Measure: V4							
Transformed Variable: Average							
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Noncent. Parameter	Observed Power ^a
Intercept	469,021	1	469,021	123,813	,000	123,813	1,000
Sem0eCom1Sumo	6,590	1	6,590	1,740	,207	1,740	,235
Error	56,822	15	3,788				

a. Computed using alpha =

Não se verificam diferenças significativas entre os grupos ($p=0,207$) não havendo efeito da intervenção. Ao longo do tempo ($p=0,210$) e ao longo do tempo nos dois grupos em estudo ($p=0,370$) também não se verificam diferenças significativas.

A figura seguinte (figura 14) representa a distribuição dos resultados ao longo do tempo, nos dois grupos em estudo:

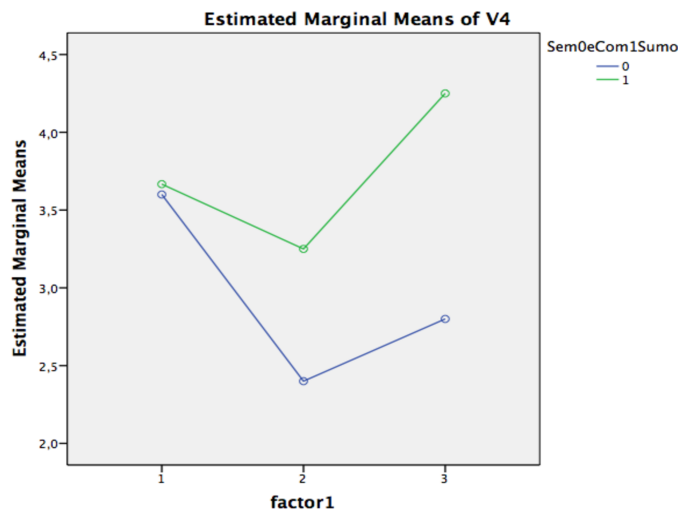


Figura 14: Gráfico da distribuição dos resultados da Q4 do *RESTQP-Sport* ao longo do tempo (T0, T1 e T2) nos dois grupos (Grupo Controlo=0 e Grupo de Intervenção=1).

Pela análise da figura (figura 14), e em concordância com a tabela 18, não existe interação intervenção*tempo, com um valor de $p=0,370$.

7.2 Grau de Percepção da Recuperação: Questão 16 (V16 – variável 16)

Os resultados da Q16 “...eu senti meus músculos tensos durante a competição ou os treinos”, do domínio do stress, ao longo dos 3 momentos (T0, T1 e T2) e nos dois grupos em estudo (GI e GC), são representados nas seguintes tabelas (20, 21 e 22):

Tabela 20: Valores médios das respostas da Q16 do *RESTQP-Sport* em T0, T1 e T2.

	<i>Q16 RESTQP-Sport</i>		
	T0	T1 (4 semanas)	T2 (8 semanas)
	Valor Médio (DP) ¹	Valor Médio (DP) ¹	Valor Médio (DP) ¹
Grupo I	4,57 (±1,55)	3,86 (±1,29)	3,5 (±0,85)
Grupo C	3,2 (±1,92)	3,4 (±2,19)	4,2 (±1,095)

¹ Os valores são expressos como o valor médio (desvio-padrão).

Na ANOVA de medições repetidas do tipo misto, e em função do resultado do teste de esfericidade de *Mauchly*, foi assumida esfericidade, com $p=0,864$.

Tabela 21: Resultados da ANOVA de medições repetidas do tipo misto para verificar a diferença ao longo do tempo (*factor1*) e entre os grupos ao longo do tempo (*factor1*Sem0eCom1Sumo*).

Tests of Within-Subjects Effects

Measure: V16

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Noncent. Parameter	Observed Power ^a
factor1	Sphericity Assumed	,620	2	,310	,141	,869	,283	,070
	Greenhouse-Geisser	,620	1,960	,317	,141	,865	,277	,070
	Huynh-Feldt	,620	2,000	,310	,141	,869	,283	,070
	Lower-bound	,620	1,000	,620	,141	,712	,141	,064
factor1 * Sem0eCom1Sumo	Sphericity Assumed	7,679	2	3,840	1,750	,191	3,501	,338
	Greenhouse-Geisser	7,679	1,960	3,919	1,750	,192	3,430	,334
	Huynh-Feldt	7,679	2,000	3,840	1,750	,191	3,501	,338
	Lower-bound	7,679	1,000	7,679	1,750	,206	1,750	,236
	Sphericity Assumed	65,811	30	2,194				
Error(factor1)	Greenhouse-Geisser	65,811	29,393	2,239				
	Huynh-Feldt	65,811	30,000	2,194				
	Lower-bound	65,811	15,000	4,387				

a. Computed using alpha =

Tabela 22: Resultados da ANOVA de medições repetidas do tipo misto para verificar a diferença entre grupos (*Sem0eCom1Sumo*).

Tests of Between-Subjects Effects

Measure: V16

Transformed Variable: Average

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Noncent. Parameter	Observed Power ^a
Intercept	607,114	1	607,114	263,411	,000	263,411	1,000
Sem0eCom1Sumo	1,467	1	1,467	,636	,437	,636	,116
Error	34,572	15	2,305				

a. Computed using alpha =

Não se verificam diferenças significativas ao longo do tempo ($p=0,869$), entre os grupos ($p=0,437$) e ao longo do tempo e entre os dois grupos em estudo ($p=0,191$).

A figura seguinte (figura 15) representa a distribuição dos resultados ao longo do tempo, nos dois grupos em estudo:

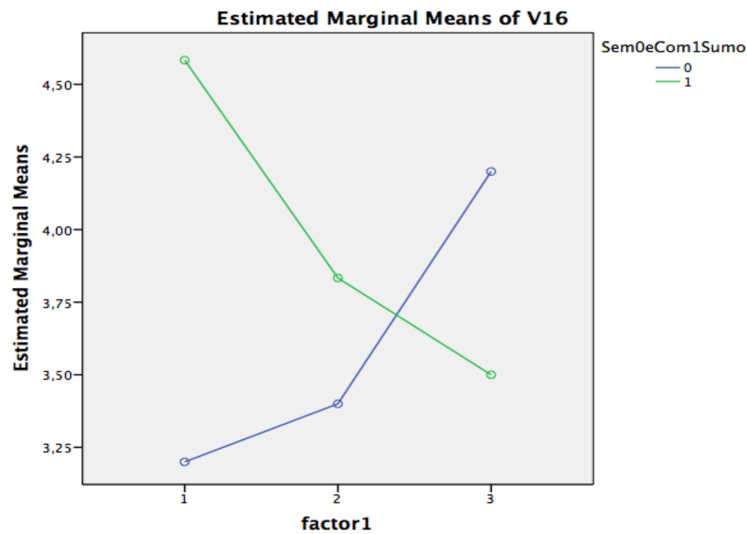


Figura 15: Gráfico da distribuição dos resultados da Q16 do *RESTQP-Sport* ao longo do tempo (T0, T1 e T2) nos dois grupos (Grupo Controlo=0 e Grupo de Intervenção=1).

Pela análise da figura 15 e como verificado na tabela 21, a nível estatístico não existe interação intervenção*tempo, com o valor de $p=0,191$.

7.3 Grau de Percepção da Recuperação: Questão 17 (V17 – variável 17)

Os resultados da Q17 “...eu tive a impressão que tive poucos períodos de descanso”, do domínio do stress, ao longo dos 3 momentos (T0, T1 e T2) e nos dois grupos em estudo (GI e GC), são representados nas seguintes tabelas (23, 24 e 25):

Tabela 23: Valores médios das respostas da Q17 do *RESTQP-Sport* em T0, T1 e T2.

	<i>Q17 RESTQP-Sport</i>		
	T0	T1 (4 semanas)	T2 (8 semanas)
	Valor Médio (DP) ¹	Valor Médio (DP) ¹	Valor Médio (DP) ¹
Grupo I	3,79 (±1,48)	3,43 (±1,22)	3,57 (±0,85)
Grupo C	2,2 (±1,64)	2,4 (±1,52)	3,8 (±1,48)

¹ Os valores são expressos como o valor médio (desvio-padrão).

Na ANOVA de medições repetidas do tipo misto, a esfericidade não foi assumida ($p=0,038$) em função do teste de esfericidade de *Mauchly*. De acordo com a estatística de teste de *Mauchly* (*Mauchly W*=0,627), e após verificação da violação da esfericidade, utilizou-se a correção de *Lower-Bound*.

Tabela 24: Resultados da ANOVA de medições repetidas do tipo misto para verificar a diferença ao longo do tempo (*factor 1*) e entre os grupos ao longo do tempo (*factor 1 * Sem0eCom1Sumo*).

Tests of Within-Subjects Effects

Measure: V17

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Noncent. Parameter	Observed Power ^a
factor1	Sphericity Assumed	5,325	2	2,663	1,884	,170	3,768	,360
	Greenhouse-Geisser	5,325	1,457	3,655	1,884	,182	2,745	,303
	Huynh-Feldt	5,325	1,682	3,167	1,884	,177	3,168	,327
	Lower-bound	5,325	1,000	5,325	1,884	,190	1,884	,251
factor1 * Sem0eCom1Sumo	Sphericity Assumed	5,796	2	2,898	2,050	,146	4,101	,389
	Greenhouse-Geisser	5,796	1,457	3,978	2,050	,162	2,988	,326
	Huynh-Feldt	5,796	1,682	3,447	2,050	,155	3,448	,353
	Lower-bound	5,796	1,000	5,796	2,050	,173	2,050	,268
Error(factor1)	Sphericity Assumed	42,400	30	1,413				
	Greenhouse-Geisser	42,400	21,858	1,940				
	Huynh-Feldt	42,400	25,223	1,681				
	Lower-bound	42,400	15,000	2,827				

a. Computed using alpha =

Tabela 25: Resultados da ANOVA de medições repetidas do tipo misto para verificar a diferença entre grupos (*Sem0eCom1Sumo*).

Tests of Between-Subjects Effects

Measure: V17

Transformed Variable: Average

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Noncent. Parameter	Observed Power ^a
Intercept	442,776	1	442,776	167,156	,000	167,156	1,000
Sem0eCom1Sumo	7,953	1	7,953	3,002	,104	3,002	,368
Error	39,733	15	2,649				

a. Computed using alpha =

Não se verificaram diferenças significativas nem ao longo do tempo ($p=0,190$), nem entre os grupos em estudo ($p=0,104$), nem entre os grupos ao longo do tempo ($p=0,173$).

A figura seguinte (figura 16) representa a distribuição dos resultados ao longo do tempo, nos dois grupos em estudo:

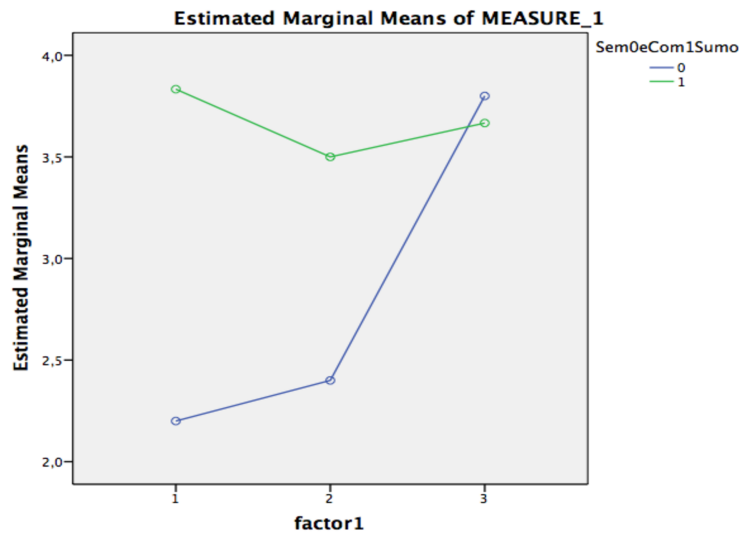


Figura 16: Gráfico da distribuição dos resultados da Q17 do *RESTQP-Sport* ao longo do tempo (T0, T1 e T2) nos dois grupos (Grupo Controlo=0 e Grupo de Intervenção=1).

Relativamente à distribuição dos resultados (figura 16), e a nível estatístico pela observação da tabela 24, verifica-se que não existe interação intervenção*tempo, com o valor de $p=0,162$.

7.4 Grau de Percepção da Recuperação: Questão 19 (V19 – variável 19)

Os resultados da Q19 “...eu estava em boa condição física”, do domínio da recuperação, ao longo dos 3 momentos (T0, T1 e T2) e nos dois grupos em estudo (GI e GC), são representados nas seguintes tabelas (26, 27 e 28):

Tabela 26: Valores médios das respostas da Q19 do *RESTQP-Sport* em T0, T1 e T2.

	Q19 <i>RESTQP-Sport</i>		
	T0	T1 (4 semanas)	T2 (8 semanas)
	Valor Médio (DP) ¹	Valor Médio (DP) ¹	Valor Médio (DP) ¹
Grupo I	2,64 ($\pm 1,45$)	3 ($\pm 1,18$)	2,93 ($\pm 0,92$)
Grupo C	2,6 ($\pm 1,67$)	1,8 ($\pm 1,30$)	2,6 ($\pm 1,52$)

¹ Os valores são expressos como o valor médio (desvio-padrão).

Na ANOVA de medições repetidas do tipo misto, e em função do resultado do teste de esfericidade de *Mauchly*, foi assumida esfericidade, com $p=0,162$.

Tabela 27: Resultados da ANOVA de medições repetidas do tipo misto para verificar a diferença ao longo do tempo (*factor1*) e entre os grupos ao longo do tempo (*factor1*Sem0eCom1Sumo*).

Tests of Within-Subjects Effects								
Measure: V19								
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Noncent. Parameter	Observed Power ^a
factor1	Sphericity Assumed	,561	2	,281	,369	,694	,738	,104
	Greenhouse-Geisser	,561	1,628	,345	,369	,652	,601	,098
	Huynh-Feldt	,561	1,920	,292	,369	,686	,709	,103
	Lower-bound	,561	1,000	,561	,369	,553	,369	,088
factor1 * Sem0eCom1Sumo	Sphericity Assumed	3,071	2	1,536	2,020	,150	4,039	,383
	Greenhouse-Geisser	3,071	1,628	1,887	2,020	,161	3,287	,342
	Huynh-Feldt	3,071	1,920	1,600	2,020	,153	3,877	,375
	Lower-bound	3,071	1,000	3,071	2,020	,176	2,020	,265
	Sphericity Assumed	22,811	30	,760				
Error(factor1)	Greenhouse-Geisser	22,811	24,414	,934				
	Huynh-Feldt	22,811	28,793	,792				
	Lower-bound	22,811	15,000	1,521				

a. Computed using alpha =

Tabela 28: Resultados da ANOVA de medições repetidas do tipo misto para verificar a diferença entre grupos (*Sem0eCom1Sumo*).

Tests of Between-Subjects Effects							
Measure: V19							
Transformed Variable: Average							
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Noncent. Parameter	Observed Power ^a
Intercept	294,935	1	294,935	77,313	,000	77,313	1,000
Sem0eCom1Sumo	3,954	1	3,954	1,037	,325	1,037	,159
Error	57,222	15	3,815				

a. Computed using alpha =

Não se verificam diferenças significativas ao longo do tempo ($p=0,694$), entre os grupos ($p=0,325$) e ao longo do tempo entre os dois grupos em estudo ($p=0,150$).

A figura seguinte (figura 17) representa a distribuição dos resultados ao longo do tempo, nos dois grupos em estudo:

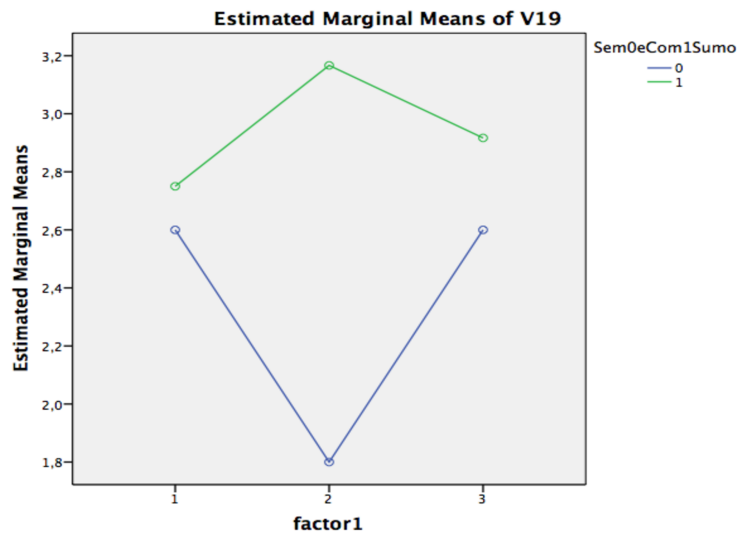


Figura 17: Gráfico da distribuição dos resultados da Q19 do *RESTQP-Sport* ao longo do tempo (T0, T1 e T2) nos dois grupos (Grupo Controlo=0 e Grupo de Intervenção=1).

Pela análise da figura 17, da distribuição dos resultados ao longo do tempo entre os grupos, e em concordância com a tabela 27, verifica-se que a nível estatístico não existe interação intervenção*tempo, com um valor de $p=0,150$.

7.5 Considerações finais:

Em geral, os resultados para as questões relacionadas com a dimensão do stress (Q4, Q16 e Q17) e para a questão relacionada com a dimensão da recuperação (Q19) não permitiram gerar um perfil de grau de percepção da recuperação nos atletas ao longo do tempo. Constata-se, pelos resultados apresentados, que não ocorre interação intervenção*tempo nas variáveis apresentadas (Q4, Q16, Q17 e Q19).

V – DISCUSSÃO

O presente estudo pretendeu avaliar se existem efeitos na frequência cardíaca de repouso, pressão arterial de repouso e grau de percepção da recuperação, em atletas de natação de competição após ingestão de 150ml de um sumo de tomate, todos os dias depois do treino, ao longo de dois meses (excetuando fins-de-semana).

Tendo em conta os objetivos do estudo, tornou-se relevante caracterizar a amostra em estudo, tanto a nível antropométrico como a nível da faixa etária dos atletas em análise. A recuperação desportiva depende da faixa etária do atleta, estado de treino e maturação desportiva, entre outros, sendo estes fatores considerados variáveis de confundimento. Pela análise efetuada verifica-se que as características antropométricas avaliadas não apresentam diferenças significativas entre os grupos, não influenciando, desta forma, a investigação face às variáveis dependentes. Relativamente à faixa etária, este foi um parâmetro controlado entre os dois grupos durante o recrutamento, uma vez que um dos critérios de inclusão consistia em pertencerem à categoria Absoluta (ou seja, atletas Júniores e Séniores). A amostra apresentou uma faixa etária jovem ($18,16 \pm 3,06$ anos), principalmente, entre os 15 e os 19 anos, não se verificando assim fatores que pudessem influenciar os parâmetros de avaliação em estudo, uma vez que se verifica um historial desportivo e uma experiência desportiva semelhante, com características de faixa etária e antropométricas de acordo com a categoria jovem a que pertencem.

De uma forma geral, quanto aos parâmetros antropométricos, verificaram-se diferenças significativas a nível da % em água ($p=0,034$), sendo esta percentagem mais elevada no GI em comparação com o GC: $59,54 (\pm 5,06)\%$ e $54,02 (\pm 2,54)\%$, respetivamente. Contudo, em todos os restantes parâmetros antropométricos, como não se encontraram diferenças significativas, a validade interna do estudo de investigação não se encontra posta em causa, devido à presença de características antropométricas equivalentes (principalmente: peso, IMC, % massa magra e % massa gorda) (Fortin, 2009).

A análise química permitiu caracterizar o sumo de tomate quanto ao teor em fenóis totais e atividade antioxidante. Existe evidência de que os antioxidantes são um dos compostos maioritários do *Solanum Lycopersicum*, e o licopeno, considerado um dos

maiores antioxidantes responsáveis pela redução dos radicais livres no fruto (Shami & Moreira, 2004). No presente estudo, determinou-se o teor em fenóis totais, quando o tomate se apresenta sobre a forma de sumo de tomate, e identificaram-se valores de concentração de 420,2 mg/L ácido gálico na fração lipofílica e 145,0 mg/L ácido gálico na fração hidrofílica, num total de 565,2 mg/L ácido gálico. Realizou-se também a análise à atividade antioxidante do sumo obtendo-se valores mais elevados na fração lipofílica em comparação com a fração hidrofílica, em qualquer um dos testes químicos efetuados. Desta forma, sugere-se que, o sumo de tomate comercial utilizado seja constituído maioritariamente por antioxidantes de carácter lipofílico (como a vitamina E e carotenóides), conteúdo em menor quantidade compostos fenólicos de carácter hidrofílico (como a vitamina C) (Gibbons et al., 1997). Foi assim comprovada a elevada atividade antioxidante do sumo de tomate sendo este resultado possivelmente justificado pelo seu elevado teor em carotenóides como verificado nas análises químicas. Em diversos outros estudos, a nível do sumo de tomate utilizado, verificou-se esta elevada atividade antioxidante associada em grande parte à sua riqueza em licopeno (Tabela 2). Na literatura reporta-se uma semelhança na média de valores de concentração deste carotenóide, com $2,79 \pm 0,211$ mg licopeno por 100mL (Jacob, Periago, Böhm, & Berruezo, 2008; Sánchez-Moreno, Plaza, de Ancos, & Cano, 2006). Comparando os resultados obtidos com os resultados da análise do sumo utilizado no estudo de *Tsitsimpikou*, verifica-se um valor antioxidante semelhante a nível de fenóis totais entre as duas investigações. Tsitsimpikou et al. (2013) concluíram o poder benéfico antioxidante do sumo a nível de recuperação desportiva, permitindo conduzir a um potencial benéfico da riqueza antioxidante do sumo de tomate comercial utilizado neste estudo, por similaridade de resultados.

No que diz respeito à intervenção experimental, a amostra foi constituída, maioritariamente por jovens, atletas de natação de competição do Sporting Clube de Portugal, verificando-se, em termos de resultados, uma diferença sócio-demográfica nos Grupo Controlo (GC) e Grupo de Intervenção (GI), principalmente relativo ao género dos atletas, com as atletas femininas a estabelecerem a maior percentagem de participação em ambos os grupos. Constata-se que, a nível desportivo, a composição corporal e fisiologia da mulher promove uma diferença de recuperação e performance em relação aos atletas masculinos (Harrison, Stone, Shapiro, Yee, Boyd, & Rullan, 2009). Segundo Yoshino (2007), os atletas masculinos apresentam frequências

cardíacas mais baixas e tempos de recuperação mais rápidos em comparação com as atletas do sexo feminino (Yoshino, Adachi, Ihochi, & Matsuoka, 2007), tornando-se um fator de variância dentro de cada grupo em análise. Para além disso, o facto dos atletas não terem sido distribuídos pelos grupos de forma aleatória limita a análise dos resultados relativamente aos efeitos desejados, influenciando a validade interna da investigação em termos de seleção.

Contudo, a fim de se controlar a variável de confundimento relacionada com o consumo de antioxidantes na dieta, aplicou-se um inquérito semanal relativo à rotina alimentar e toda a suplementação foi anotada no início da investigação. O registo destes dados permitiu controlar a amostra em termos de possíveis vieses existentes, garantindo-se que nenhum atleta iniciou suplementação durante o estudo nem alterou a sua rotina alimentar, apesar de alguns dos voluntários terem interrompido a toma suplementar durante o período competitivo (entre 2 a 3 semanas, num período próximo de T1). A determinação desta rotina suplementar constituiu uma seção importante do inquérito “Diário Alimentar Semanal”, para monitorizar as possíveis alterações existentes, e onde simultaneamente se determinou a rotina alimentar, principalmente em ingestão de alimentos ricos em antioxidantes pelos atletas. Determinar esta rotina alimentar e/ou suplementar é considerado um parâmetro de controlo no estudo, que visa eliminar, tanto quanto possível, as fontes de erro e os elementos exteriores suscetíveis de enviesar e/ou influenciar os resultados da investigação. De salientar que este instrumento tornou mais célere o processo de recolha de informação, havendo investigadores que referem outras vantagens, tais como: o participante poder responder quando e onde lhe for mais favorável (menor dependência da memória), pois o instrumento fica disponível 24h por dia, sete dias por semana; o “anonimato” que permite; bem como o tempo de envio, receção e resposta ser mais curto (Buzzard, 1998). Porém, um viés a este processo é o facto de, com a necessidade de registar a alimentação, o indivíduo poder modificar a sua ingestão habitual ou omitir certos alimentos, devido ao conhecimento de estar a ser avaliado (Buzzard, 1998). Para além disso, exige alto nível de motivação e colaboração do inquirido, e surge também a dificuldade de se determinar se o dia escolhido pelo indivíduo para avaliação representa a ingestão habitual do inquirido (Haines, Hama, Guilkey, & Popkin, 2003; Mahan, 2004). Para minimizar esta dificuldade foram incluídas questões mais diretas relacionadas com alimentação rica em antioxidantes, consumo de tomates na forma crua ou produtos derivados e a

possível administração de suplementação desportiva e/ou alimentar durante o período experimental. Determinar esta rotina alimentar permitiu otimizar o normal desenrolar da investigação ao longo de todo o processo de estudo. Após análise dos resultados da suplementação desportiva e/ou alimentar existente na rotina dos atletas no inquérito alimentar semanal, constata-se uma forte adesão a suplementos minerais e multivitamínicos. Tanto o GC como o GI integraram atletas que tinham uma rotina suplementar habitual (cerca de 14 atletas), quase que diária em alguns casos. Apesar dos suplementos referidos potenciarem a recuperação a nível desportivo (diminuindo a fadiga e aumentando a performance), não se sugere que influenciem os resultados, uma vez que os mesmos atletas foram medidos ao longo do tempo, cada um deles constituindo controlo de si próprio. Outro ponto a ter em consideração é o facto da suplementação ocorrer ao mesmo nível em ambos os grupos. Por sua vez, no registo alimentar referido, para além do sumo de tomate na rotina alimentar dos atletas do GI, observou-se um consumo habitual de tomate na alimentação de todos os atletas, sendo de esperar uma vez que o tomate e os seus derivados integram a dieta mediterrânea (Perveen et al., 2015; Zeb & Mehmood, 2004). O consumo do tomate e/ou derivados pelos atletas era verificado em menos de 2 dias da semana (37%), ou até 3 dias (31,5%), na maior parte do tempo de estudo. Os derivados de tomate, de acordo com os resultados obtidos, incluíam na sua maioria refogados de tomate, tomate cru e sumo de tomate (nos treinos). Este consumo extra em antioxidantes do tomate não se demonstrou fulcral influenciador dos resultados, uma vez que os atletas mantinham a mesma rotina alimentar, apenas com a adição de sumo de tomate comercial (*Compal Veggie Tomate*) no GI diariamente pós-treino, não se verificando influencias diretas nos resultados obtidos nos parâmetros analisados.

Numa situação desportiva normal, após treino de competição, ocorre o estado de recuperação do atleta a nível fisiológico (medida objetiva) e psicológico (medida subjetiva). Para analisar o estado de recuperação, após ingestão de um sumo de tomate comercial, foram utilizados parâmetros fisiológicos, como a FC de repouso e a PA de repouso, e parâmetros psicométricos, através do questionário de stress-recuperação para atletas, RESTQP-Sport (Leite & Rosado, 2012), nos dois grupos (GC e GI) ao longo dos 2 meses de estudo. Segundo Moreno et al (2012) uma menor sobrecarga no organismo e melhor recuperação dos parâmetros cardiorrespiratórios ocorrem quando uma solução hidroeletrólítica é administrada durante e/ou após um

exercício de longa duração (Moreno, Pastre, Papoti, & Vanderlei, 2012). Na avaliação dos parâmetros fisiológicos foi importante controlar os fatores extrínsecos durante a aplicação da medição, para diminuir a existência de vieses ambientais, privilegiando a permanência dos atletas em local fechado, escuro e silencioso (Fortin, 2009). Em termos de resultados, observaram-se diferenças significativas na FC de repouso ao longo do tempo ($p=0,015$), entre T0 e T2, tal como na PA de repouso, mais propriamente na PA diastólica de repouso ($p=0,021$), sendo os únicos parâmetros avaliados onde se verificaram efeitos a nível estatístico (com uma potência de 0,762 e 0,715, respetivamente). Relativamente à FC de repouso ao longo do tempo, observou-se uma diminuição de valores tanto no GC como no GI. No GC a média de valores foi de 65,9 bpm's em T0, 61,6 bpm's em T1 e 56,8 bpm's em T2. Por outro lado, no GI a média de valores foi de 70,6 bpm's em T0, 71,8 bpm's em T1 e 63,6 bpm's em T2. Por outro lado, na PA diastólica de repouso ao longo do tempo, foram observadas também diminuições entre T0 e T2 com valores de 78,2 mmHg para 62,0 mmHg, enquanto no GI a diferença verificou-se entre 65,9 mmHg em T0 para 61,5 mmHg em T2. Sugere-se, assim, uma diminuição de forma semelhante dos valores dos grupos em estudo, levando à possibilidade de inexistência de interação entre o factor de medições repetidas (FC de repouso ou PA de repouso) e o factor independente (sumo de tomate), o que não permite individualizar nem estabelecer uma relação de causalidade à ingestão do sumo de tomate como fator de mudança desta diferença ao longo do tempo. O efeito adaptativo do treino, ao longo do tempo, pode estar associado a esta diminuição verificada, já que tanto o GC como o GI apresentavam uma rotina de treino semelhante. Para além disso, a validade interna também se encontra limitada com a possibilidade de ocorrência de um ou mais acontecimentos na vida do atleta, que promovam indiretamente estes resultados, como por exemplo, problemas de sono, problemas familiares, altura de testes ou exames, etc (Fortin, 2009). Contudo, para além destes resultados, não foram verificadas diferenças estatisticamente significativas nos restantes parâmetros medidos, podendo este resultado dever-se à pequena dimensão da amostra ou à sua pouca representatividade. Comprova-se, em estudos anteriores, que a pressão arterial de repouso deve diminuir com o tempo, e, de um treino até ao outro (passado 24h) o corpo de um atleta já se encontra numa fase recuperada e em preparação para um novo ciclo de treino (Bermudes, Vassallo, Vasquez, & Lima, 2004). Para uma análise mais exata dos efeitos do sumo de tomate seria preciso efetuar uma avaliação diferente, por exemplo,

com os mesmos parâmetros mas numa amostra populacional maior; ou, com recurso a outros parâmetros de avaliação, tais como, análise de marcadores biológicos em amostras sanguíneas ou salivares (parâmetros bioquímicos), com dados mais objetivos e com menor enviesamento. Pela tabela 1 observa-se que, em estudos anteriores onde se utilizou sumo de tomate, embora com amostras populacionais pequenas, verificaram-se efeitos em marcadores biológicos inflamatórios, de danos musculares e de disfunção endotelial, com consequente diminuição de stress oxidativo e peroxidação lipídica (Tabela 1).

Em relação à percepção da recuperação, e após validação e análise estatística das variáveis do questionário de acordo com a amostra do presente estudo, foram obtidas para análise as questões 4, 16, 17 e 19 do RESTQP-Sport, três delas referentes ao domínio do stress e uma referente ao domínio da recuperação, respetivamente. De uma forma geral os resultados obtidos de forma psicométrica servem como suplemento aos dados adquiridos de forma fisiológica, para garantir a observação mais completa dos dados a vários níveis, sendo complicado concluir-se uma hipótese de forma isolada. Vários estudos têm sugerido que os indicadores psicológicos possam ser mais sensíveis e consistentes do que os indicadores fisiológicos às alterações decorrentes das cargas de treino (Coutts et al., 2007; Kellmann, 2002; Kentta & Hassmen, 1998). A nível psicológico, apesar da sensação subjetiva dos atletas (por conversa direta com o investigador e auto-observação) se mostrar efetiva e superar a recuperação fisiológica observada, a nível estatístico tal não se verifica. Provavelmente, a dimensão da amostra é uma das principais causas para um significado estatístico pouco significativo. A amostra ao apresentar uma dimensão considerada reduzida (Fortin, 2009) não permite verificar evidência nas outras questões do questionário, tendo sido apenas consideradas e validadas como variáveis relevantes a nível estatístico as quatro questões referidas (das 27 questões existentes). A aplicação de questionários e inquéritos num estudo experimental dependem do número de atletas inquiridos para um resultado fidedigno e estatisticamente conclusivo (Fortin, 2009). Desta forma, a hipótese de um futuro estudo, com uma amostra de indivíduos maior, poderia resultar em dados com diferenças estatisticamente significativas, no parâmetro de avaliação em questão: grau de percepção da recuperação desportiva. Para além disso, a possibilidade de avaliar as pontuações da recuperação e do stress ao longo do tempo, em todas as questões do

questionário, não levaria a um enviesamento tão significativo dos resultados, podendo levar a um perfil do grau de perceção da recuperação nos atletas ao longo do estudo. Resultados de estudos anteriores apontam para um efeito benéfico do sumo de tomate em termos de recuperação, embora, no presente estudo, não se consiga confirmar esse efeito, de forma exclusiva, existindo como possível causa a falta de representatividade da amostra (como referido anteriormente). Os atletas, na sua maioria, não têm hábitos regulares de ingestão de água e bebidas energéticas, e não realizam uma dieta pré-competitiva e de recuperação adequada às suas necessidades, sendo muito importante arranjar alternativas que complementem estes gastos, para benefícios a nível de fadiga e performance desportiva. Como tal, estudos deste género tornam-se importantes, não só a nível desportivo para os atletas, como para o desenvolvimento científico da área nutricional e de medicina desportiva, com foco em alternativas nutricionais com o intuito de melhorar a recuperação e a performance de atletas de competição.

De acordo com a pesquisa bibliográfica elaborada ao longo deste estudo, não se encontrou nenhum estudo experimental em que tenha sido analisado o efeito, na FC de repouso, PA de repouso e grau de perceção da recuperação, da ingestão de um sumo de tomate em atletas de natação de competição, uma vez que a maioria dos estudos experimentais realizados utilizaram para análise da recuperação desportiva marcadores biológicos (de stress oxidativo, de peroxidação lipídica, de inflamação, etc). Por este motivo e por ser um estudo-piloto, não é possível realizar uma comparação direta dos resultados deste estudo com o de outros autores.

Limitações e Perspetivas Futuras

O presente estudo de desenho quase-experimental apresenta limitações, que incluem: influência a nível de validade externa, ou seja, na generalização dos resultados deste estudo, ou na sua transferibilidade, para uma população-alvo. Basicamente não se consegue realizar uma extrapolação das conclusões da investigação para os atletas de natação de competição em geral, por vários fatores, incluindo, possivelmente, a pequena dimensão da amostra (dependente do número de atletas do clube). Os atletas recrutados para o estudo fazem parte do setor de natação de competição, em particular, atletas pertencentes ao Sporting Clube de Portugal e, por se tratar de uma amostra de conveniência os resultados estão limitados. Segundo Jackson e Waters (2005), os dados que derivam de uma amostra de conveniência, a qual não é

representativa da população em causa pela sua dimensão, mostram possibilidade de ocorrência de desvios na seleção aleatória dos sujeitos (Jackson & Waters, 2005, citado em Fortin, 2009). Para além disso, a amostra pode apresentar diferenças contextuais pelas características dos treinos, pelo historial desportivo dos atletas e pelo ambiente desportivo envolvente. Outra limitação prende-se com os grupos em estudo, existindo uma assimetria causada por falta de repartição aleatória dos atletas nos grupos, podendo constituir um viés nos resultados obtidos. Esta falha na randomização não permite obter equivalência probabilística entre os grupos em estudo, existindo para além disso, a permanência do fator de variabilidade individual dos atletas (e.g., experiências pessoais) (Fortin, 2009). Desta forma, as diferenças obtidas podem dever-se às características dos grupos e não propriamente ao tratamento.

Por último é de salientar que perto do final do estudo ocorreram duas desistências. Estes atletas, do GI, ao desistirem da modalidade acabaram também por deixar de fazer parte da investigação. Este acontecimento considera-se um viés, influenciando a validade interna do projeto de investigação em termos de ensaio experimental, e a equivalência e comparação dos grupos, já que uma diminuição de uma amostra já por si pequena leva à possibilidade de um desvio dos resultados estatísticos (Fortin, 2009). Constata-se ainda que, em estudos longitudinais, por haver a necessidade de seguimento dos voluntários do estudo em função do tempo, pode surgir a problemática de saída, desistência, perda, morte ou exclusão do indivíduo do estudo (Fortin, 2009), como se verificou. Segundo Miot et al. (2011) quando mais de 30% dos voluntários incluídos perdem o seguimento de um estudo, pode haver comprometimento da representatividade da amostra independentemente da suficiência numérica dos casos (Miot et al., 2011). Neste estudo essa percentagem verificou-se inferior, com cerca de 10,5% de perdas verificadas, não apresentando, de qualquer das formas, comprometimento da representatividade.

Futuras pesquisas tornam-se assim essenciais para concluir com maior exatidão, e certeza, os efeitos antioxidantes deste sumo de tomate a nível da recuperação em atletas de natação de competição. Neste estudo foram utilizados atletas de natação de competição, mas é plausível efetuar-se a mesma metodologia de investigação noutra modalidade desportiva a nível competitivo, desde que exista stress oxidativo elevado com possibilidade de ocorrência de lesões e fadiga muscular.

VI - CONCLUSÕES

O presente estudo teve como principais objetivos verificar o efeito da ingestão de uma concentração diária de sumo de tomate, ao longo de 2 meses, na frequência cardíaca de repouso, pressão arterial de repouso e grau de percepção da recuperação (pela utilização do questionário de stress-recuperação para atletas, reduzido e validado para português de Portugal, RESTQP-Sport) em atletas de natação de competição. Apesar não terem sido verificados efeitos em todos os parâmetros fisiológicos e a nível do parâmetro psicométrico em avaliação, este estudo pode permitir para desenvolver medidas de análise e avaliação da recuperação (física e psicológica) aplicadas em contexto desportivo específico durante um determinado período de tempo.

Os resultados laboratoriais obtidos permitiram concluir que o sumo de tomate comercial utilizado (*Compal Veggie Tomate*) apresenta uma elevada capacidade antioxidante e teor em fenóis totais.

A nível de estudo intervencional, e apesar das limitações existentes, os resultados sugerem uma diminuição significativa nos valores médios de FC de repouso e PA diastólica de repouso, ao longo do tempo, e com o consumo diário de 150 ml de sumo de tomate, pós-treino, no GI. Para estes efeitos, a potência observada aproxima-se de 80%, sugerindo que, com uma amostra ligeiramente maior, ficaria demonstrado que as alterações observadas nestes parâmetros ao longo do tempo correspondem a um efeito temporal marcado e não ocasional. Embora tais resultados apresentem significância estatística, não se pode efetuar uma generalização à população-alvo.

O presente estudo mostra que nesta amostra, pelo seu tamanho reduzido, e apesar da presença de dois resultados estatisticamente significativos, não se manifestaram efeitos significativos nos restantes parâmetros do estudo, tanto ao longo do tempo, como entre os grupos (GC e GI) e com inexistência de interação entre estes dois fatores. Contudo, os resultados não indicam que haja necessariamente ausência de efeitos e de relação das variáveis, apenas que este estudo com a amostra que possui não consegue detetá-la. Sendo um estudo-piloto, os resultados obtidos poderão servir para dimensionar um estudo em maior escala para comprovar a existência dos efeitos esperados, como verificado em investigações anteriores.

Por último, a nível de resultados, não deixa de ser uma investigação útil para outros investigadores que se proponham a avançar com projetos utilizando metodologias e instrumentos de medida e colheita de dados semelhantes. Este estudo poderá levantar, acima de tudo, questões pertinentes que permitirão o desenvolvimento de estudos futuros e favoreçam considerações para uma futura argumentação teórica sobre o tema. Espera-se que este estudo possa contribuir para futuramente desenvolver estudos mais profundos relativos ao tema em questão, baseados nas vicissitudes da presente investigação. Acima de tudo, estudos que possam resultar em medidas metodológicas mais eficazes para a obtenção de resultados mais conclusivos e fiáveis que comprovem o poder do sumo de tomate na melhoria da recuperação (e consequente, performance desportiva) em atletas de natação de competição.

VII - BIBLIOGRAFIA

- Almeida, M. B., & Araújo, C. G. S. (2003). Effects of aerobic training on heart rate. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 9(2), 113–120.
- Aloia, J. F., Cohn, S. H., Ostuni, J. A., Cane, R. O. D. O. L. F. O., & Ellis, K. (1978). Prevention of Involutional Bone Loss by Exercise. *Annals of Internal Medicine*, 89(3), 356–358.
- Ambrósio, C. L. B., Campos, F. D. A. C., & Faro, Z. P. D. (2006). Carotenóides como alternativa contra a hipovitaminose A. *Revista de Nutrição*, 19(2), 233–243.
- Amorim, A. G., & Tirapegui, J. (2008). Aspectos atuais da relação entre exercício físico, estresse oxidativo e magnésio. *Revista de Nutrição*, 21(5), 563–575.
- Arab, L., & Steck, S. (2000). Lycopene and cardiovascular disease. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 71(6), 1691–1695.
- Banerjee, A. K., Mandal, A., Chanda, D., & Chakraborti, S. (2003). Oxidant, antioxidant and physical exercise. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 253(1), 307–312.
- Barreiros, A. L. B. S., David, J. M., & David, J. P. (2006). Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. *Química Nova*, 29(1), 113–123.
- Belitz, H. D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2009). *Food Chemistry*. Berlin: Springer Berlin Heidelberg.
- Bermudes, A. M. L. de M., Vassallo, D. V., Vasquez, E. C., & Lima, E. G. (2004). Ambulatory blood pressure monitoring in normotensive individuals undergoing two single exercise sessions: resistive exercise training and aerobic exercise training. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 82(1), 57–64.
- Bhatt, A., & Patel, V. (2013). Antioxidant activity of garlic using conventional extraction and in vitro gastrointestinal digestion. *Free Radicals and Antioxidants*, 3(1), 30–34.
- Bloomer, R. J., & Goldfarb, A. H. (2004). Anaerobic exercise and oxidative stress: a review. *Canadian Journal of Applied Physiology = Revue Canadienne De Physiologie Appliquée*, 29(3), 245–263.
- Boileau, T. W. M., Boileau, A. C., & Erdman, J. W. (2002). Bioavailability of all-trans and cis-isomers of lycopene. *Experimental Biology and Medicine*, 227(10), 914–919.

- Brouns, F. (2002). *Essentials of Sports Nutrition*. John Wiley & Sons.
- Brzeszczynska, J., Pieniazek, A., Gwozdziński, L., Gwozdziński, K., & Jegier, A. (2008). Structural alterations of erythrocyte membrane components induced by exhaustive exercise. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 33(6), 1223–1231.
- Burke, L. M., & Mujika, I. (2014). Nutrition for Recovery in Aquatic Sports. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 24(4), 425–436.
- Buzzard, M. (1998). 24-hours dietary recall and food record methods. In: Willett WC. *Nutritional Epidemiology*. 2nd.ed. Oxford: Oxford University Press; p.50-73.
- Capanoglu, E., Beekwilder, J., Boyacioglu, D., De Vos, R. C. H., & Hall, R. D. (2010). The Effect of Industrial Food Processing on Potentially Health-Beneficial Tomato Antioxidants. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 50 (10), 919–930.
- Clover, J. (2015). *Sports Medicine Essentials: Core Concepts in Athletic Training & Fitness Instruction*. Cengage Learning.
- Colakoglu, F. F., Cayci, B., Yaman, M., Karacan, S., Gonulateş, S., Ipekoglu, G., & Er, F. (2016). The effects of the intake of an isotonic sports drink before orienteering competitions on skeletal muscle damage. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(11), 3200–3204.
- Cooper, C. E., Vollaard, N. B. J., Choueiri, T., & Wilson, M. T. (2002). Exercise, free radicals and oxidative stress. *Biochemical Society Transactions*, 30, 280–285.
- Costa, L. O. P., & Samulski, D. M. (2005). *Processo de Validação do Questionário de Estresse e Recuperação Para Atletas(restq-sport) na Língua Portuguesa*. Disponível em <http://cev.org.br/biblioteca/processo-validacao-questionario-estresse-recuperacao-para-atletasrestq-sport-lingua-portuguesa/>
- Coutts, A., Wallace, L., & Slaterry, K. (2007). Monitoring Changes in Performance, Physiology, Biochemistry, and Psychology during Overreaching and Recovery in Triathletes. *International Journal of Sports Medicine*, 28(2), 125–134.
- Cunha, S., Ribeiro, J. L., & Oliveira, A. R. (2006). Sobretraining: teorias, diagnóstico e marcadores. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 12(5), 297–302.
- Czerska, M., Mikołajewska, K., Zieliński, M., Gromadzińska, J., & Wąsowicz, W. (2015). Today's oxidative stress markers. *Medycyna Pracy*, 66 (3), 393–405.

- Dahlgren, C., & Karlsson, A. (1999). Respiratory burst in human neutrophils. *Journal of Immunological Methods*, 232(1), 3–14.
- Da Porto, C., Calligaris, S., Celotti, E., & Nicoli, M. C. (2000). Antiradical properties of commercial cognacs assessed by the DPPH(.) test. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(9), 4241–4245.
- Da Silva, F. O. C., & Macedo, D. V. (2011). Exercício físico, processo inflamatório e adaptação: uma visão geral. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 13(4), 320-328 doi: 10.5007/1980-0037.2011v13n4p320.
- Dekkers, J. C., van Doornen, L. J., & Kemper, H. C. (1996). The role of antioxidant vitamins and enzymes in the prevention of exercise-induced muscle damage. *Sports Medicine*, 21(3), 213–238.
- Di Giacomo, C., Acquaviva, R., Sorrenti, V., Vanella, A., Grasso, S., Barcellona, M. L., Galvano, F., Vanella, L., & Renis, M. (2009). Oxidative and antioxidant status in plasma of runners: effect of oral supplementation with natural antioxidants. *Journal of Medicinal Food*, 12(1), 145–150. doi:10.1089/jmf.2008.0074
- Du, N., Bai, S., Oguri, K., Kato, Y., Matsumoto, I., Kawase, H., & Matsuoka, T. (2005). Heart Rate Recovery After Exercise and Neural Regulation of Heart Rate Variability in 30-40 Year Old Female Marathon Runners. *Journal of Sports Science & Medicine*, 4(1), 9–17.
- Ferreira, A. L. A., & Matsubara, L. S. (1997). Radicais livres: conceitos, doenças relacionadas, sistema de defesa e estresse oxidativo. *Revista Da Associação Médica Brasileira*, 43(1), 61-68.
- Ferreres, F., Taveira, M., Pereira, D. M., Valentão, P., & B. Andrade, P. (2010). Tomato (*Lycopersicon esculentum*) Seeds: New Flavonols and Cytotoxic Effect. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(5), 2854–2861.
- Fiedor, J., & Burda, K. (2014). Potential role of carotenoids as antioxidants in human health and disease. *Nutrients*, 6(2), 466-488.
- Finaud, J., Lac, G., & Filaire, E. (2006). Oxidative stress : relationship with exercise and training. *Sports Medicine*, 36(4), 327–358.
- Fortin, M. F. (2009). *Fundamentos e Etapas no Processo de Investigação*. Loures: Lusodidacta.

- Gerszberg, A., Hnatuszko-Konka, K., Kowalczyk, T., & Kononowicz, A. K. (2015). Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) in the service of biotechnology. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 120(3), 881–902.
- Gersovitz, M., Madden, J. P., & Smiciklas-Wright, H. (1978). Validity of the 24-hr. dietary recall and seven-day record for group comparisons. *Journal of the American Dietetic Association*, 73(1), 48-55.
- Giada, M. L. (2013). Food Phenolic Compounds: Main Classes, Sources and Their Antioxidant Power. In J. A. Morales-Gonzalez (Ed.), *Oxidative Stress and Chronic Degenerative Diseases - A Role for Antioxidants*. InTech.
- Gibbons, R. J., Balady, G. J., Beasley, J. W., Bricker, J. T., Duvernoy, W. F., Froelicher, V. F., ... Ryan T. J. (1997). ACC/AHA Guidelines for Exercise Testing. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Journal of the American College of Cardiology*, 30, 260–311.
- Goldsby, R. A., Kindt, T. J., Kuby, J. & Osborne, B. A. (2002). *Immunology*. New York: W. H. Freeman, Fifth.
- González-Boto, R., Salguero, A., Tuero, C., Márquez, S., & Kellmann, M. (2008). Spanish Adaptation and Analysis by Structural Equation Modeling of an Instrument for Monitoring Overtraining: The Recovery-stress Questionnaire (RESTQ-SPORT). *Social Behavior and Personality: An International Journal*, 36(5), 635–650.
- González-Vallinas, M., González-Castejón, M., Rodríguez-Casado, A., & Ramírez de Molina, A. (2013). Dietary phytochemicals in cancer prevention and therapy: a complementary approach with promising perspectives. *Nutrition Reviews*, 71(9), 585–599.
- Greenwood, M., Cooke, M. B., Ziegenfuss, T., Kalman, D. S., & Antonio, J. (2015). *Nutritional Supplements in Sports and Exercise*. Humana Press.
- Haines, P. S., Hama, M. Y., Guilkey, D. K., & Popkin, B. M. (2003). Weekend eating in the United States is linked with greater energy, fat, and alcohol intake. *Obesity*, 11(8), 945-949.
- Halliwell, B. (2007). Biochemistry of oxidative stress. *Biochemical Society Transactions*, 35(5), 1147–1150.

- Harms-Ringdahl, M., Jenssen, D., & Haghdooost, S. (2012). Tomato juice intake suppressed serum concentration of 8-oxodG after extensive physical activity. *Nutrition Journal*, 11(1), 29.
- Harrison, C. K., Stone, J., Shapiro, J., Yee, S., Boyd, J. A., & Rullan, V. (2009). The role of gender identities and stereotype salience with the academic performance of male and female college athletes. *Journal of Sport and Social Issues*, 33(1), 78-96.
- Hartwig, T. B., Naughton, G., & Searl, J. (2009). Load, stress, and recovery in adolescent rugby union players during a competitive season. *Journal of Sports Sciences*, 27(10), 1087–1094.
- Hazewindus, M., Haenen, G. R. M. M., Weseler, A. R., & Bast, A. (2012). The anti-inflammatory effect of lycopene complements the antioxidant action of ascorbic acid and α -tocopherol. *Food Chemistry*, 132(2), 954–958.
- Heber, D., & Lu, Q. Y. (2002). Overview of mechanisms of action of lycopene. *Experimental Biology and Medicine*, 227(10), 920–923.
- Hooper, S. L., Mackinnon, L. T., Howard, A., Gordon, R. D., & Bachmann, A. W. (1995). Markers for monitoring overtraining and recovery. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27, 106–112.
- Ilahy, R., Hdider, C., Lenucci, M. S., Tlili, I., & Dalessandro, G. (2011). Antioxidant activity and bioactive compound changes during fruit ripening of high-lycopene tomato cultivars. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24(4), 588–595.
- Ivanov, N. I., Cowell, S. P., Brown, P., Rennie, P. S., Guns, E. S., & Cox, M. E. (2007). Lycopene differentially induces quiescence and apoptosis in androgen responsive and independent prostate cancer cell lines. *Clinical Nutrition*, 26(2), 252–263.
- Jackson, N., & Waters. (2005). Criteria for the systematic review of health promotion and public health interventions. *Health Promotion International*, 20(4), 367–374.
- Jacob, K., Periago, M. J., Böhm, V., & Berruezo, G. R. (2008). Influence of lycopene and vitamin C from tomato juice on biomarkers of oxidative stress and inflammation. *British Journal of Nutrition*, 99(1), 137-146.
- Ji, L. L. (2007). Antioxidant signaling in skeletal muscle: A brief review. *Experimental Gerontology*, 42(7), 582–593.

- Kallus, K. W. (2016) Stress and Recovery: An Overview. In K. W. Kallus & Kellmann (Eds.), *The Recovery-Stress Questionnaires: User Manual* (pp. 27-48). Frankfurt am Main: Pearson Assessment & Information GmbH.
- Karadag, A., Ozcelik, B., & Saner, S. (2009) Review of Methods to Determine Antioxidant Capacities. In *Food Analytical Methods* (Vol. 2, pp. 41–60). Springer US.
- Kellmann, M. (2002). *Enhancing Recovery: Preventing Underperformance in Athletes*. Human Kinetics.
- Kellmann, M., & Günther, K. D. (2000). Changes in stress and recovery in elite rowers during preparation for the Olympic Games. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(3), 676–683.
- Kellmann, M., & Kallus, K. W. (2001). *Recovery-stress Questionnaire for Athletes: User Manual*. Human Kinetics.
- Kellmann, M., & Kallus, K. W. (2016). The Recovery-Stress Questionnaire for Athletes. In K. W. Kallus & M. Kellmann (Eds). *The Recovery Stress Questionnaires: User Manual* (pp-86-131). Frankfurt am Main: Pearson Assessment & Information GmbH
- Kentta, G., & Hassmen, P. (1998). Overtraining and recovery: a conceptual model Surentrenement et recuperation: un modele conceptuel. *Sports Medicine*, 26(1), 1–16.
- Knez, W. L., Coombes, J. S., & Jenkins, D. G. (2006). Ultra-endurance exercise and oxidative damage : implications for cardiovascular health. *Sports Medicine*, 36(5), 429–441.
- Krohne, H. W. (2002). Stress and coping theories. In N. J. Smelser & P. B. Baltes (Eds.), *International Encyclopedia of the Social Behavioral Sciences*, 15163-15170. Elsevier: Oxford, England.
- Leite, A. B. G., & Rosado. (2012). *Teste à validade do questionário de estresse e recuperação para atletas [RESTQ-Sport]*. Disponível em <http://www.repository.utl.pt/handle/10400.5/7540>
- Lopez-Juez, E. (2007). Plastid biogenesis, between light and shadows. *Journal of Experimental Botany*, 58(1), 11–26.
- Maia, J. M., Ferreira-Silva, S. L., Voigt, E. L., Macêdo, C. E. C. de, Ponte, L. F. A., & Silveira, J. A. G. (2012). Atividade de enzimas antioxidantes e inibição do

- crescimento radicular de feijão caupi sob diferentes níveis de salinidade. *Acta Botanica Brasilica*, 26(2), 342–349.
- Malm, C. (2001). Exercise-induced muscle damage and inflammation: fact or fiction? *Acta Physiologica Scandinavica*, 171, 233–239.
- Maughan, R. J., & Murray, R. (2000). *Sports Drinks: Basic Science and Practical Aspects*. CRC Press. Disponível em <https://www.crcpress.com/Sports-Drinks-Basic-Science-and-Practical-Aspects/Maughan-Murray/p/book/9780849370083>
- Melanson, E. L., & Freedson, P. S. (2001). The effect of endurance training on resting heart rate variability in sedentary adult males. *European Journal of Applied Physiology*, 85(5), 442–449.
- Merayo, E. V. (2011). Niveles de estrés-recuperación en deportistas varones de la provincia de León a través del cuestionario RESTQ-76. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 11(2), 7–24.
- Miot, M., Reidy, M., Doyle, S. M., Hoskins, J. R., Johnston, D. M., Genest, O., Vitery, M. C., ... Wickner, S. (2011). Species-specific collaboration of heat shock proteins (Hsp) 70 and 100 in thermotolerance and protein disaggregation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(17), 6915–6920.
- Mohan, R. M., Choate, J. K., Golding, S., Herring, N., Casadei, B., & Paterson, D. J. (2000). Peripheral pre-synaptic pathway reduces the heart rate response to sympathetic activation following exercise training: role of NO. *Cardiovascular Research*, 47(1), 90–98.
- Moreno, I. L., Pastre, C. M., Papoti, M., & Vanderlei, L. C. M. (2012). Effects of fluid replacement on cardiorespiratory parameters in exercise and recovery. *Motriz: Revista de Educação Física*, 18(1), 165–175.
- Moritz, B., & Tramonte, V. L. C. (2006). Bioavailability of lycopene. *Revista de Nutrição*, 19(2), 265–273.
- Munir, S., Jiang, B., Guilcher, A., Brett, S., Redwood, S., Marber, M., & Chowienzyk, P. (2008). Exercise reduces arterial pressure augmentation through vasodilation of muscular arteries in humans. *AJP: Heart and Circulatory Physiology*, 294, 1645–1650.

- Murrant, C. L., & Reid, M. B. (2001). Detection of reactive oxygen and reactive nitrogen species in skeletal muscle. *Microscopy Research and Technique*, 55(4), 236–248.
- Murrell, C., Wilson, L., Cotter, J. D., Lucas, S., Ogoh, S., George, K., & Ainslie, P. N. (2007). Alterations in autonomic function and cerebral hemodynamics to orthostatic challenge following a mountain marathon. *Journal of Applied Physiology*, 103(1), 88–96.
- Neubauer, O., König, D., & Wagner, K. H. (2008). Recovery after an Ironman triathlon: sustained inflammatory responses and muscular stress. *European Journal of Applied Physiology*, 104(3), 417–426.
- Niki, E. (2014). Antioxidants: Basic principles, emerging concepts, and problems. *Biomedical Journal*, 37(3), 106.
- Noce, F., Da Costa, V. T., Simim, M. A. de M., Castro, H. O., Samulski, D. M., & Mello, M. T. (2011). Análise dos sintomas de overtraining durante os períodos de treinamento e recuperação: estudo de caso de uma equipe feminina da Superliga de Voleibol 2003/2004. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 17(6), 397–400.
- Pedersen, B. K., & Fischer, C. P. (2007). Beneficial health effects of exercise – the role of IL-6 as a myokine. *Trends in Pharmacological Sciences*, 28(4), 152–156.
- Pedersen, B. K., Steensberg, A., & Schjerling, P. (2001). Exercise and interleukin-6. *Current Opinion in Hematology*, 8(3), 137–141.
- Petersen, A. M. W., & Pedersen, B. K. (2005). The anti-inflammatory effect of exercise. *Journal of applied physiology*, 98(4), 1154-1162
- Perveen, R., Suleria, H. A. R., Anjum, F. M., Butt, M. S., Pasha, I., & Ahmad, S. (2015). Tomato (*Solanum lycopersicum*) Carotenoids and Lycopenes Chemistry; Metabolism, Absorption, Nutrition, and Allied Health Claims - A Comprehensive Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(7), 919–929.
- Pilaczynska-Szczesniak, L., Skarpanska-Steinborn, A., Deskur, E., Basta, P., & Horoszkiewicz-Hassan, M. (2005). The influence of chokeberry juice supplementation on the reduction of oxidative stress resulting from an incremental rowing ergometer exercise. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 15(1), 48–58.

- Pingitore, A., Lima, G. P. P., Mastorci, F., Quinones, A., Iervasi, G., & Vassalle, C. (2015). Exercise and oxidative stress: potential effects of antioxidant dietary strategies in sports. *Nutrition*, 31(7), 916–922.
- Pisoschi, A. M., & Pop, A. (2015). The role of antioxidants in the chemistry of oxidative stress: A review. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 97, 55–74.
- Pokorski, M. (Ed.) (2015). *Body Metabolism and Exercise*. Cham: Springer International Publishing.
- Powers, S. K., Deruisseau, K. C., Quindry, J., & Hamilton, K. L. (2004). Dietary antioxidants and exercise. *Journal of Sports Sciences*, 22(1), 81–94.
- Powers, S. K., & Jackson, M. J. (2008). Exercise-Induced Oxidative Stress: Cellular Mechanisms and Impact on Muscle Force Production. *Physiological Reviews*, 88(4), 1243–1276.
- Prabha, R., & Vasantha, K. (2011). Antioxidant, Cytotoxicity and Polyphenolic Content of *Calotropis procera*. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 1(7), 136-140.
- Preedy, V. R., & Watson, R. R. (Eds.). (2008). Tomatoes and tomato products: Nutritional, medicinal and therapeutic properties. *Science Publishers*.
- Pruchniak, M. P., Arażna, M., & Demkow, U. (2015). Biochemistry of Oxidative Stress. In *Advances in Experimental Medicine and Biology* (pp. 9-19). Springer International Publishing.
- Pyne, D. B., Mujika, I., & Reilly, T. (2009). Peaking for optimal performance: Research limitations and future directions. *Journal of Sports Sciences*, 27(3), 195-202.
- Raiola, A., Rigano, M. M., Calafiore, R., Frusciante, L., & Barone, A. (2014). Enhancing the health-promoting effects of tomato fruit for biofortified food. *Mediators of Inflammation*, 2014, 1-16.
- Ramaswamy, L., & Indirani, K. (2011). Effect of supplementation of tomato juice on the oxidative stress of selected athletes. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 8(1), 21.
- Redza-Dutordoir, M., & Averill-Bates, D. A. (2016). Activation of apoptosis signalling pathways by reactive oxygen species. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular Cell Research*, 1863, 2977–2992.

- Roca, M. G. G. (2009). *Valorização do tomate nacional. Extracção de licopeno por CO₂ supercritico a partir do repiso de tomate*. Disponível em <http://www.repository.utl.pt/handle/10400.5/1115>
- Rubio-Diaz, D. E., Santos, A., Francis, D. M., & Rodriguez-Saona, L. E. (2010). Carotenoid Stability during Production and Storage of Tomato Juice Made from Tomatoes with Diverse Pigment Profiles Measured by Infrared Spectroscopy. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(15), 8692–8698.
- Ruivo, J. A., Alcântara, P., Ruivo, J. A., & Alcântara, P. (2012). Hipertensão arterial e exercício físico. *Revista Portuguesa de Cardiologia*, 31(2), 151–158.
- Saltin, B. (2000). *Exercise and Circulation in Health and Disease*. Human Kinetics.
- Samaras, A., Tsarouhas, K., Paschalidis, E., Giamouzis, G., Triposkiadis, F., Tsitsimpikou, C., ... Kouretas, D. (2014). Effect of a special carbohydrate–protein bar and tomato juice supplementation on oxidative stress markers and vascular endothelial dynamics in ultra-marathon runners. *Food and Chemical Toxicology*, 69, 231–236.
- Sánchez-Moreno, C., Plaza, L., de Ancos, B., & Cano, M. P. (2003). Quantitative bioactive compounds assessment and their relative contribution to the antioxidant capacity of commercial orange juices: Bioactive compounds and antioxidant capacity of commercial orange juices. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83(5), 430–439.
- Sánchez-Moreno, C., Plaza, L., de Ancos, B., & Cano, M. P. (2006). Nutritional characterisation of commercial traditional pasteurised tomato juices: carotenoids, vitamin C and radical-scavenging capacity. *Food Chemistry*, 98(4), 749–756
- Sasaki, J. E., & Santos, M. G. dos. (2006). O papel do exercício aeróbico sobre a função endotelial e sobre os fatores de risco cardiovasculares. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 87(5), 226–231.
- Sen, C., Packer, L., & Hänninen, O. (2000). *Handbook of Oxidants and Antioxidants in Exercise*. Elsevier.
- Sestili, P., Martinelli, C., Colombo, E., Barbieri, E., Potenza, L., Sartini, S., & Fimognari, C. (2011). Creatine as an antioxidant. *Amino Acids*, 40(5), 1385–1396.

- Shami, N. J. I. E., & Moreira, E. A. M. (2004). Lycopene as an antioxidant agent. *Revista de Nutrição*, 17(2), 227–236.
- Shende, V., Seth, T., Mukherjee, S., & Chattopadhyay, A. (2012). Breeding tomato (*Solanum Lycopersicum* L.) for higher productivity and better processing qualities. *Journal of Breeding and Genetics*, 44(2), 302–321.
- Shetler, K., Marcus, R., Froelicher, V. F., Vora, S., Kalisetti, D., Prakash, M., ... Myers, J. (2001). Heart rate recovery: validation and methodologic issues. *Journal of the American College of Cardiology*, 38(7), 1980–1987.
- Shi, J. (2000). Lycopene in Tomatoes: Chemical and Physical Properties Affected by Food Processing. *Critical Reviews in Biotechnology*, 20, 293–334.
- Silva, M. L. C., Costa, R. S., Santana, A. D. S., & Koblitiz, M. G. B. (2010). Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. *Semina: Ciências Agrárias*, 31(3), 669–682.
- Simola, R. A. de P. (2008). *Análise da percepção de estresse e recuperação e de variáveis fisiológicas em diferentes períodos de treinamento de nadadores de alto nível*. Dissertação de Mestrado, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte (Brasil). Disponível em <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/KMCG-7S3HYW>
- Simola, R. Á. de P., Samulski, D. M., & Prado, L. S. (2007). Overtraining: Uma abordagem multidisciplinar. *Revista iberoamericana de psicología del ejercicio y el deporte*, 2(1), 61–76.
- Simsch, C., Lormes, W., Petersen, K. G., Baur, S., Liu, Y., Hackney, A. C., ... Steinacker, J. M. (2002). Training Intensity Influences Leptin and Thyroid Hormones in Highly Trained Rowers. *International Journal of Sports Medicine*, 23(6), 422–427
- Smith, J. A. (1995). Exercise, training and red blood cell turnover. *Sports Medicine*, 19(1), 9–31.
- Stahl, W., & Sies, H. (2003). Antioxidant activity of carotenoids. *Molecular Aspects of Medicine*, 24(6), 345–351.
- Steinacker, J. M., Lormes, W., Kellmann, M., Liu, Y., Reibnecker, S., Baller, B., ... Altenburg, D. (2000). *Training of junior rowers before world championships. Effects on performance, mood state and selected hormonal and metabolic responses* - ProQuest. Disponível em

<http://search.proquest.com/openview/3b2e8bbf993998703a24b9aa3fff035f/1?pq-origsite=gscholar&cbl=4718>

- Surh, Y. J. (2005). *Oxidative Stress, Inflammation, and Health*. CRC Press.
- Sweetenham, B., & Atkinson. (2003). *Championship Swim Training - Bill Sweetenham, John Atkinson*. Disponível em <http://www.humankinetics.com/products/all-products/championship-swim-training>
- Teixeira, V. (2008). *Oxidative Stress, Muscle Damage and Inflammation in Kayakers and Canoeists: Effects of acute and chronic exercise and antioxidants supplementation*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação - Universidade do Porto, Porto.
- Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L., & Hawkins, B. D. (2006). Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(6), 669–675.
- Toor, R. K., & Savage, G. P. (2005). Antioxidant activity in different fractions of tomatoes. *Food Research International*, 38(5), 487–494.
- Tsitsimpikou, C., Kioukia-fougia, N., Tsarouhas, K., Stamatopoulos, P., Rentoukas, E., Koudounakos, ... Jamurtas, A. (2013). *Administration of tomato juice ameliorates lactate dehydrogenase and creatinine kinase responses to anaerobic training*. *Food and chemical toxicology*, 61, 9-13.
- Tyssandier, V., Feillet-Coudray, C., Caris-Veyrat, C., Guillard, J. C., Coudray, C., Bureau, S., ... Borel, P. (2004). Effect of tomato product consumption on the plasma status of antioxidant microconstituents and on the plasma total antioxidant capacity in healthy subjects. *Journal of the American College of Nutrition*, 23(2), 148–156.
- Uchiyama, S., Tsukamoto, H., Yoshimura, S., & Tamaki, T. (2006). Relationship between oxidative stress in muscle tissue and weight-lifting-induced muscle damage. *Pflügers Archiv - European Journal of Physiology*, 452(1), 109–116.
- Unlu, N. Z., Bohn, T., Francis, D. M., Nagaraja, H. N., Clinton, S. K., & Schwartz, S. J. (2007). Lycopene from heat-induced cis-isomer-rich tomato sauce is more bioavailable than from all-trans-rich tomato sauce in human subjects. *British Journal of Nutrition*, 98(1), 140.

- Urhausen, A., & Kindermann, W. (2002). Diagnosis of overtraining: What tools do we have? *Sports Medicine*, 32(2), 95-102.
- Urso, M. L., & Clarkson, P. M. (2003). Oxidative stress, exercise, and antioxidant supplementation. *Toxicology*, 189(1), 41–54.
- Vallverdú-Queralt, A., Medina-Remón, A., Casals-Ribes, I., & Lamuela-Raventos, R. M. (2012). Is there any difference between the phenolic content of organic and conventional tomato juices? *Food Chemistry*, 130(1), 222–227.
- Varga-Pintér, B., Horváth, P., Kneffel, Z., Major, Z., Osváth, P., & Pavlik, G. (2011). Resting Blood Pressure Values of Adult Athletes. *Kidney and Blood Pressure Research*, 34(6), 387–395.
- Vollaard, N. B. J., Shearman, J. P., & Cooper, C. E. (2005). Exercise-induced oxidative stress: myths, realities and physiological relevance. *Sports Medicine*, 35(12), 1045–1062.
- Willet, W., 1998. Nutritional Epidemiology. 2nd Ed. New York: Oxford University Press
- Williams, S. L., Strobel, N. A., Lexis, L. A., & Coombes, J. S. (2006). Antioxidant requirements of endurance athletes: implications for health. *Nutrition Reviews*, 64(3), 93–108.
- World Health Organization, 1998. Report of a Joint FAO/WHO Consultation. Preparation and Use of Food-Based Dietary Guidelines. Geneva: WHO.
- World Medical Association. (2001). Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects Bulletin of the World Health Organization, 79, 373-374.
- Yoshikawa, T., & Naito, Y. (2002). What is oxidative stress?. *Japan Medical Association Journal*, 45(7), 271-276.
- Yoshino, K., Adachi, K., Ihochi, K., & Matsuoka, K. (2007). Modeling effects of age and sex on cardiovascular variability responses to aerobic ergometer exercise. *Medical & Biological Engineering & Computing*, 45(11), 1085–1093.
- Zeb, A., & Mehmood, S. (2004). Carotenoids Contents from Various Sources and Their Potential Health Applications. *Pakistan Journal of Nutrition*, 3(3), 199-204.

Efeito da ingestão de um sumo de tomate na frequência cardíaca de repouso, pressão arterial de repouso e grau de percepção da recuperação em atletas de natação de competição

VIII - ANEXOS

1. Anexo I – Aprovação pela Comissão de Ética do ISCSEM

Proc. 443



Ex.ma Senhora

Filipa de Jesus Baptista Marques

Monte de Caparica, 5 de janeiro de 2016.

Ex.ma Senhora,


Venho comunicar-lhe que o Pedido de Parecer que submeteu à apreciação da Comissão de Ética da Egas Moniz, com o tema denominado "Efeitos da ingestão de 100ml de um sumo de tomate na frequência cardíaca de repouso, pressão arterial de repouso e grau de percepção da recuperação em atletas que praticam natação de competição do Sporting Clube de Portugal", foi aprovado por unanimidade.

Com os melhores cumprimentos,

A Presidente da Comissão de Ética da Egas Moniz


Profª. Doutora Maria Fernanda de Mesquita

2. Anexo II – Consentimento Informado



Consentimento Informado
Código | IMP:EM.PE.17_02

Monte de Caparica, Dezembro de 2015

Exmo.(a) Sr.(a),

No âmbito do Curso de Mestrado em Nutrição Clínica do Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz, sob a orientação do Professor Doutor José Brito, solicita-se autorização para a participação no estudo **"Efeitos da ingestão de 100ml de um sumo de tomate na frequência cardíaca de repouso, pressão arterial de repouso e grau de percepção da recuperação em atletas que praticam natação de competição do Sporting Clube de Portugal"** a atletas de natação de competição do Sporting Clube de Portugal com o objetivo de avaliar a influência da ingestão de 100ml diários de um sumo de tomate, durante 2 meses, nos parâmetros referidos, em atletas que praticam natação de competição do Sporting Clube de Portugal.

A participação neste estudo é voluntária e implica:

- Aplicação de um questionário para percepção de esforço e recuperação: realizado no início do estudo, ao fim de 1 mês e ao fim de 2 meses (no final do projeto);
- Pesagem em balança de bioimpedância para recolha de dados antropométricos;
- Preenchimento de um diário alimentar semanal (auto-reportado), no final de todas as semanas;
- Medições de frequência cardíaca (FC) de repouso e pressão arterial (PA) de repouso com recurso a um esfigmomanómetro digital. A medição é feita no final de cada semana, antes do treino (após um período de 10 min de repouso total – ou seja medição de FC de repouso e PA de repouso pré-treino).

Os participantes irão ingerir 100ml de sumo de tomate, todos os dias depois do treino. O estudo terá a duração de 2 meses, e a sua não participação não lhe trará qualquer prejuízo.

Este estudo pode trazer benefícios ao progresso do conhecimento, tais como, melhoria da recuperação do atleta e, por sua vez, da sua *performance* a nível desportivo; pode também promover uma diminuição da fadiga e diminuição da ocorrência de danos musculares e endoteliais nos atletas, pelo aumento da atividade antioxidante do organismo. O licopeno, presente no tomate, é um poderoso antioxidante e atua, em junção com outros antioxidantes, no stress oxidativo que ocorre em atletas que realizam treinos de grande intensidade.

O sumo de tomate quando consumido diariamente não apresenta riscos para uma população saudável, isenta de qualquer tipo de alergia ou intolerância a este fruto.

A informação recolhida no questionário e dados recolhidos destina-se unicamente a tratamento estatístico e/ou publicação e será tratada pelo orientador e pelos seus mandatados. A sua recolha é anónima e confidencial (os dados dos participantes serão registados com recurso a uma codificação).

(Riscar o que não interessa)

ACEITO/NÃO ACEITO participar neste estudo, confirmando que fui esclarecido sobre as condições do mesmo e que não tenho dúvidas.

(Assinatura do participante ou, no caso de menores, do pai/mãe ou tutor legal)

3. Anexo III – Tabela de dados de Frequência cardíaca de repouso (9 momentos) e, especificamente, em T0, T1 e T2 (**negrito**).

FC de repouso (9 momentos)										
Código Simples	Grupo s/ e c/ tomate	FC 1 (T0)	FC 2	FC 3	FC 4	FC 5 (T1)	FC 6	FC 7	FC 8	FC 9 (T2)
1	1	87,0	76,0	76,0	76,0	65,0	75,0	84,0	78,0	71,0
2	1	76,0	70,0	68,0	60,0	66,0	81,0	82,0	82,0	64,0
3	1	55,0	50,0	52,0	52,0	53,0	54,0	56,0	59,0	54,0
4	1	93,0	104,0	95,0	84,0	100,0	90,0	96,0	73,0	70,0
5	1	58,0	65,0	54,0	56,0	67,0	66,0	61,0	57,0	55,0
6	1	64,0	76,0	78,0	82,0	84,0	75,0	72,0	80,0	72,0
7	1	77,0	80,0	62,0	60,0	54,0	70,0	75,0	60,0	53,0
8	1	48,0	54,0	46,0	65,0	45,0	46,0	45,0	45,0	44,0
9	1	50,0	42,0	40,0	-	36,0	43,0	-	42,0	40,0
10	1	48,0	60,0	40,0	48,0	45,0	50,0	51,0	43,0	40,0
11	1	64,0	62,0	74,0	62,0	69,0	61,0	61,0	60,0	62,0
12	1	71,0	72,0	67,0	62,0	61,0	63,0	58,0	57,0	56,0
13	0	58,0	65,0	63,0	62,0	67,0	57,0	65,0	61,0	59,0
14	0	74,0	71,0	59,0	63,0	75,0	73,0	75,0	68,0	58,0
15	0	90,0	69,0	72,0	77,0	78,0	74,0	72,0	70,0	72,0
16	0	55,0	59,0	58,0	61,0	70,0	56,0	48,0	55,0	56,0
17	0	76,0	76,0	76,0	68,0	69,0	73,0	73,0	78,0	73,0
18	1	79,0	71,0	68,0	66,0	67,0	73,0	78,0	-	-
19	1	53,0	53,0	52,0	51,0	50,0	-	-	-	-

4. Anexo IV - Tabela de dados de Pressão arterial de repouso (9 momentos) e, especificamente, em T0, T1 e T2 (negrito).

PA de repouso (9 momentos)																			
Código Simples	Grupo s/ e c/ tomate	PA 1 (T0)		PA 2		PA 3		PA 4		PA 5 (T1)		PA 6		PA 7		PA 8		PA 9 (T2)	
		Sis.	Dia.	Sis.	Dia	Sis.	Dia.	Sis.	Dia.	Sis.	Dia	Sis	Dia	Sis	Dia	Sis.	Dia.	Sis.	Dia.
1	1	103,0	67,0	111,0	59,0	105,0	63,0	101,0	54,0	111,0	90,0	95,0	53,0	111,0	61,0	107,0	65,0	107,0	61,0
2	1	124,0	72,0	107,0	61,0	113,0	92,0	106,0	59,0	94,0	47,0	114,0	54,0	136,0	74,0	100,0	66,0	103,0	56,0
3	1	118,0	68,0	112,0	70,0	103.	61.	102.	56.	106,0	58,0	112,0	64,0	116,0	67,0	118,0	66,0	111,0	62,0
4	1	120,0	77,0	110,0	68,0	117,0	66,0	113,0	54,0	111,0	70,0	112,0	67,0	113,0	76,0	107,0	64,0	102,0	59,0
5	1	103,0	68,0	96,0	59,0	97,0	60,0	95,0	56,0	105,0	70,0	104,0	61,0	115,0	64,0	120,0	72,0	120,0	70,0
6	1	116,0	62,0	117,0	59,0	109,0	59,0	103,0	47,0	127,0	73,0	117,0	67,0	122,0	66,0	112,0	62,0	105,0	58,0
7	1	113,0	73,0	120,0	65,0	99,0	55,0	106,0	71,0	108,0	69,0	116,0	70,0	113,0	73,0	108,0	69,0	102,0	64,0
8	1	124,0	60,0	124,0	65,0	107,0	59,0	103,0	80,0	107,0	66,0	112,0	76,0	126,0	69,0	108,0	62,0	106,0	60,0
9	1	121,0	53,0	115,0	54,0	120,0	60,0	-	-	133,0	75,0	106,0	48,0	-	-	125,0	45,0	121,0	62,0
10	1	133,0	68,0	108,0	63,0	125,0	64,0	113,0	67,0	137,0	72,0	112,0	69,0	109,0	69,0	109,0	66,0	123,0	61,0
11	1	112,0	61,0	102,0	57,0	96,0	48,0	101,0	52,0	94,0	46,0	100,0	50,0	120,0	65,0	100,0	57,0	120,0	63,0
12	1	101,0	58,0	98,0	60,0	102,0	60,0	104,0	62,0	106,0	63,0	102,0	60,0	104,0	61,0	109,0	64,0	100,0	62,0
13	0	102,0	58,0	102,0	47,0	110,0	53,0	97,0	45,0	119,0	60,0	106,0	55,0	119,0	64,0	113,0	73,0	109,0	59,0
14	0	111,0	71,0	118,0	61,0	101,0	62,0	115,0	64,0	99,0	58,0	117,0	69,0	120,0	66,0	115,0	75,0	107,0	61,0
15	0	183,0	105,0	116,0	68,0	102,0	67,0	138,0	65,0	116,0	70,0	112,0	71,0	110,0	68,0	107,0	64,0	104,0	59,0
16	0	118,0	75,0	108,0	53,0	98,0	58,0	103,0	60,0	122,0	86,0	99,0	64,0	107,0	63,0	113,0	68,0	117,0	65,0
17	0	100,0	82,0	126,0	62,0	99,0	47,0	106,0	55,0	115,0	66,0	92,0	58,0	108,0	61,0	121,0	74,0	122,0	66,0
18	1	120,0	71,0	119,0	76,0	107,0	56,0	104,0	61,0	106,0	64,0	114,0	70,0	111,0	72,0	-	-	-	-
19	1	140,0	65,0	135,0	63,0	130,0	62,0	89,0	51,0	100,0	60,0	-	-	-	-	-	-	-	.

5. Anexo V - Tabela de resultados do RESTQP-Sport relativa às questões Q4, Q16, Q17 e Q19 em T0, T1 e T2.

Questionário RESTQ-Sport													
Código Simples	Grupo c/ e s/ sumo	Q4			Q16			Q17			Q19		
		T0	T1	T2	T0	T1	T2	T0	T1	T2	T0	T1	T2
1	1	2	2	4	5	4	3	4	4	3	4	5	5
2	1	4	1	5	5	4	3	5	3	5	1	4	3
3	1	5	1	4	6	3	5	4	2	2	5	4	3
4	1	4	4	5	5	4	4	5	4	4	2	2	2
5	1	6	6	6	4	6	5	3	4	3	3	3	3
6	1	6	3	5	5	4	4	5	3	4	1	2	2
7	1	5	4	4	6	1	3	5	6	5	1	4	2
8	1	0	3	4	0	4	4	3	3	4	1	2	2
9	1	2	1	3	3	2	2	1	2	4	5	5	4
10	1	3	3	3	5	4	3	4	4	3	4	3	3
11	1	3	5	5	5	4	3	1	2	3	3	2	2
12	1	4	6	3	6	6	3	6	5	4	3	2	4
13	0	3	4	4	5	4	4	3	3	4	4	2	3
14	0	3	1	3	4	6	3	3	3	2	4	1	4
15	0	4	0	0	0	0	6	0	0	6	0	0	0
16	0	4	4	3	3	3	4	1	2	4	3	3	3
17	0	4	3	4	4	4	4	4	4	3	2	3	3
18	1	4	3	2	5	4	4	3	2	3	2	2	3
19	1	4	4	3	4	4	3	4	4	3	2	2	3

6. Anexo VI - Questionário de Stress-Recuperação para atletas (RESTQP-Sport)

RESTQP-Sport (A. Leite & A. Rosado, 2012)
(RESTQ-Sport Versão Reduzida, FMH (PT), 2012, A. Leite & A. Rosado)

Código simples: _____ Código do grupo: _____

Nome: _____

Data: _____ Hora: _____ Idade: _____

Sexo: _____

Desporto: _____

Nível educacional: () primeiro ciclo () segundo ciclo

() terceiro ciclo () secundário () ensino superior

R E S T Q - 76 Sport

Este questionário consiste numa série de afirmações. Estas afirmações descreverão, possivelmente, o seu estado mental, emocional e o seu bem estar físico, relativamente às atividades que realizou **nos últimos 3 dias e noites**.

Por favor, escolha a resposta que mais objectivamente evidencie os seus pensamentos e atividades, indicando a frequência com que cada afirmação se encaixa, no seu caso, nos últimos três dias.

As afirmações relacionadas com o desempenho desportivo se referem tanto a atividades de treino quanto de competição.

Para cada afirmação existem sete possíveis respostas.

Por favor, faça sua escolha marcando o número correspondente à resposta apropriada.

Exemplo:

Nos últimos (3) dias/noites

... Eu li um jornal

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

Neste exemplo, o número 5 foi marcado; tal significa que você leu jornais muitíssimas vezes nos últimos três dias.

Por favor, não deixe nenhuma afirmação em branco.

Se você tiver dúvidas sobre a opção a marcar, escolha a que mais se aproxima da sua realidade.

Agora vire a página e responda a todas as questões por ordem e sem interrupção.

Copyright by M. Kellmann, K.W. Kallus, D. Samulski & L. Costa

University of Bochum (ALE), UFMG (BRA), 2002

Nos últimos (3) dias/noites

1) *...eu senti-me relaxado fisicamente*

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

2) *...eu senti-me fisicamente confortável (tranquilo)*

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

3) *...eu estava aborrecido com outras pessoas*

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

4) *...eu estava morto de cansaço após o trabalho*

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

5) *...outras pessoas mexeram com os meus nervos*

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

6) *... eu senti-me bem fisicamente*

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

7) *...eu diverti-me*

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

8) *... eu estava extremamente cansado*

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

Nos últimos (3) dias/noites

9) ... **eu senti-me exausto fisicamente**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

10) ... **eu senti-me feliz**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

11) ... **eu senti-me contente**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

12) ... **eu estava zangado com alguém**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

13) ... **partes do meu corpo estavam doridas**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

14) ... **eu não conseguia descansar durante os períodos de repouso**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

15) ... **eu preparei-me mentalmente para a competição ou para os treinos**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

16) ... **eu senti meus músculos tensos durante a competição ou os treinos**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

Nos últimos (3) dias/noites

17) ... *eu tive a impressão que tive poucos períodos de descanso*

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

18) ... *eu lidei muito bem com os problemas da minha equipa*

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

19) ... *eu estava em boa condição física*

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

20) ... *eu tive dores musculares após a competição ou treino*

0	1	2	3	4	5	6
Nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

21) ...*eu preparei-me psicologicamente antes da competição ou treino*

0	1	2	3	4	5	6
Nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

22) ...*eu senti-me com muita energia*

0	1	2	3	4	5	6
Nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

23) ...*eu entendi bem o que os meus companheiros de equipa sentiam*

0	1	2	3	4	5	6
Nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

24) ...*os períodos de descanso não ocorreram nos momentos corretos*

0	1	2	3	4	5	6
Nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

Nos últimos (3) dias/noites

25) ...eu defini os meus objetivos para a competição ou treino

0	1	2	3	4	5	6
Nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

26) ...meu corpo sentia-se forte

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

27) ... eu lidei bem com os problemas emocionais dos meus companheiros de equipa

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

Muito Obrigado!